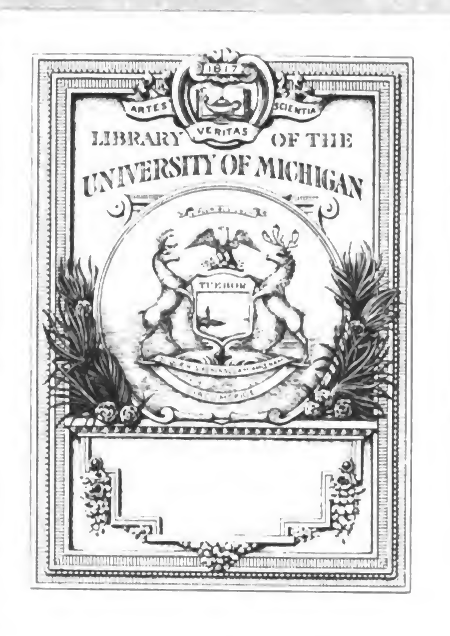

1817
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR



Technologische
Encyklopädie

oder

alphabetisches Handbuch

der

Technologie, der technischen Chemie und des Maschinenwesens.

Zum Gebrauche

für

Kameralisten, Ökonomen, Künstler, Fabrikanten und Gewerbtreibende jeder Art.

Herausgegeben

von

Joh. Jos. Prechtl,

k. k. n. ö. wirkl. Regierungsrathe und Direktor des k. k. polytechnischen Institutes in Wien, Mitgliede der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaften in Wien, Grätz und Laibach, der k. k. Gesellschaft des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde in Brünn, der Gesellschaft für Naturwissenschaft und Heilkunde zu Heidelberg; Ehrenmitgliede der Akademie des Ackerbaues, des Handels und der Künste in Verona; korrespond. Mitgliede der königl. baier. Akademie der Wissenschaften, der Gesellschaft zur Beförderung der nützlichen Künste und ihrer Hülfswissenschaften zu Frankfurt am Main; auswärtigem Mitgliede des polytechnischen Vereins für Baiern; ordentl. Mitgliede der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaft zu Marburg und des landwirthschaftlichen Vereines des Großherzogthumes Baden; Ehrenmitgliede des Vereins für Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, der ökonomischen Gesellschaft im Königreiche Sachsen, der märkischen ökonomischen Gesellschaft zu Potsdam, der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, und des Apotheker-Vereines im Großherzogthume Baden ꝛc.

Fünfter Band.

Eisen — Feuerschwamm.

Mit den Kupfertafeln 86 bis 101.

Stuttgart, 1834.

Im Verlage der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

Wien, bei Carl Gerold.

Gedruckt bei Carl Gerold
in Wien.

Inhalt.

Eisen.

Das Eisen kann durch die im Großen üblichen Darstellungsarten nicht rein erhalten werden. Indessen enthalten die guten Sorten des Stab- oder Schmiedeisens so wenig von fremden Bestandtheilen, daß daran die Eigenschaften des reinen Eisens (bis auf geringe Abweichungen) zu bemerken sind. Das Schmiedeisen besitzt bekanntlich eine lichtgraue Farbe, einen starken Glanz, einen körnigen, hakigen oder sehnigen Bruch, und eine Härte, welche jene aller übrigen reinen Metalle übertrifft. Es ist von großer, absoluter Festigkeit, und geht auch in dieser Beziehung allen übrigen reinen Metallen vor. Sowohl kalt als glühend ist es sehr dehnbar, daher zu geschmiedeten Arbeiten, zu Draht und Blech äußerst tauglich; allein, ohne Beihülfe der Hitze bearbeitet, wird es bald so hart und spröde, daß es bricht oder reißt, erlangt auch in diesem Falle seine Dehnbarkeit nur durch Glühen wieder. Das spezifische Gewicht ist im Durchschnitte = 7.6, wird aber durch die beim Hämmern, Walzen oder Drahtziehen eintretende Verdichtung bis zu 7.85 gesteigert.

Chemisch reines Eisen erhält man, indem man Feilspäne von Schmiedeisen (4 Theile) mit Hammerschlag (1 Theil) unter einer Bedeckung von grünem (bleifreiem) Glase in einem hessischen Tiegel bei dem heftigsten Feuer einer Schmiede-Esse schmelzt. Das Eisen, welches man auf diese Art gewinnt, ist weißer und weicher als Schmiedeisen, außerordentlich zäh, von schuppigem, maschligem, zuweilen krystallinischen Bruche, und einem spezifischen Gewichte = 7.8439. Auch durch Reduktion des Eisenoxydes mittelst darüber geleiteten Wasserstoffgases kann reines Eisen (in pulveriger Gestalt) dargestellt werden, und hierzu ist gar nicht ein Mahl nöthig, daß die angewendete Hitze bis zum Glühen reiche.

Das Eisen zeichnet sich durch seine Fähigkeit, vom Magnete angezogen zu werden, so wie selbst Magnetismus anzunehmen,

vor den meisten andern Metallen aus. An vollkommen trockener Luft bleibt das blanke Eisen bei gewöhnlicher Temperatur unverändert, eben so in vollkommen luftleerem (gekochtem, und in bedeckten Gefäßen stehendem) Wasser; daher man die zur Verzinnung bestimmten Eisenbleche, um ihre Oberfläche ganz rein zu erhalten, am besten in solchem Wasser aufbewahrt. In alkalischen Auflösungen (von Ätzkali, Ätznatron, Ätzkalk, Ammoniak, kohlensaurem Natron und selbst Borax) erhält sich polirtes Eisen Monate lang unverändert. Nach Payens Versuchen schützt eine bis 22° B. gesättigte Ätzkalilösung, mit dem 500fachen ihres Volums Wasser verdünnt, noch vollständig gegen das Rosten, bei 3—4000mahliger Verdünnung aber nicht mehr. Kalkwasser mit dem dreifachen Volum Wasser verdünnt, wirkt noch schützend, bei vierfachem nicht mehr. Wo aber Feuchtigkeit und atmosphärische Luft zugleich auf das Eisen einwirken, wird durch den Sauerstoff der letztern dasselbe schnell oxydirt, und in den bekannten Eisenrost verwandelt, welcher im Wesentlichen wasserhaltendes Eisenoxyd ist. Das Rosten findet folglich eben so gut in feuchter Luft als in lufthaltigem Wasser Statt. Über die dagegen anzuwendenden Mittel s. m. Bd. I. S. 301. Wegen seiner lockern Beschaffenheit vermag der Rost nicht, den Zutritt der Luft von den unter ihm liegenden Metalltheilen abzuhalten; die Oxydation schreitet demnach beständig nach innen fort, und endigt erst, wenn nach längerer Zeit die ganze Eisenmasse in Rost verwandelt ist.

Wenn das Eisen zum Glühen erhitzt ist, so bewirkt schon die Luft allein, oder das Wasser allein, eine Oxydation. Daher überzieht sich Eisen, welches bei freiem oder nicht völlig gehindertem Luftzutritte geglüht wird, mit einer Kruste von Oxyd, dem sogenannten Zunder, Glühspan oder Hammerschlag (Eisenhammerschlag), in welchen dünne Stücke zuletzt gänzlich verwandelt werden. In der Weißglühhitze geht die Oxydation sehr lebhaft, unter Funkensprühen, vor sich, so, daß z. B. ein feiner Eisendraht, oder ein Büschel zarter Eisendrehspäne, in einer Kerzenflamme förmlich entzündet werden kann. Aber auch schon lange vor dem Glühen nimmt die Oxydation ihren Anfang, und als Folge derselben erscheinen auf der blanken Oberfläche des

Eisens gewisse, nach dem Erkalten sichtbar bleibende Farben, welche, ohne den Glanz zu zerstören, in bestimmter Ordnung einander verdrängen, und ihren Grund in der allmählich zunehmenden Dicke der zarten oxydirten Schichte haben. Dieses Anlaufen tritt zwar, unter ähnlichen Umständen, auch bei anderen Metallen (Kupfer, Zinn, Blei) ein, ist aber am Eisen (Gußeisen und Stahl eben sowohl als Schmiedeisen) besonders auffallend. Von den Anlauffarben erscheint zuerst die strohgelbe, welche bei steigender Hitze allmählich in die goldgelbe, karmesinrothe, violette, purpurrothe, dunkelblaue, hellblaue und grüne übergeht. Die strohgelbe Farbe erscheint bei ungefähr + 182° R., die dunkel- oder goldgelbe bei 191°, die karmesinrothe bei 200°, die violette bei 210°, die dunkelblaue bei 258°. Nach dem Verschwinden der grünen Farbe wird das Eisen (bei 300°) völlig hellgrau. Wird dann die Erhitzung fortgesetzt, so kommen die gelbe, rothe, violette, lichtblaue und grüne Farbe nach der Reihe, aber weniger lebhaft und nur auf sehr kurze Zeit, zum zweyten Mahle zum Vorschein, worauf sich endlich, unmittelbar vor dem Glühen, eine dunkelblaue Farbe zeigt, welche das Eisen, wenn man es in diesem Augenblicke aus der Hitze nimmt, mit einer matten Haut überzieht. Der Anfang des am Tage sichtbaren Glühens fällt auf beiläufig 440° R. Stahl und Gußeisen erhalten alle Anlauffarben schon bei etwas geringerer Hitze als das Schmiedeisen. Auch härtere Stellen im Eisen laufen früher an, und hierin liegt (abgesehen von der Schwierigkeit völlig gleichmäßiger Erhitzung) der Grund, daß man nicht leicht auf einer größern Fläche eine einzige Anlauffarbe ohne eingemengte Flecken der vorausgegangenen oder der zunächst folgenden Farbe erhält.

Das reine Eisen (und eben so das Stabeisen) schmilzt erst in der stärksten Weißglühhitze (150 bis 170 Grad Wedgwood), die man nur mit den besten Vorkehrungen in einem Ofen hervorbringen kann; allein schon in der Rothglühhitze wird es viel weicher und dehnbarer, und im Weißglühen (bei einer Hitze von beiläufig 90 Grad Wedgwood) erreicht seine Weichheit einen solchen Grad, daß getrennte Stücke durch den bloßen Druck der Hammerschläge sich vereinigen, gleichsam zusammenkneten, schweißen lassen. Die Schweißbarkeit, welche, unter allen Metallen,

außer dem Eisen nur noch dem Platin in bemerklichem Grade eigen ist, begründet hauptsächlich die ungemein schätzbare Benutzung des Eisens zu geschmiedeten Gegenständen.

Verbindungen des Eisens.

I. Oxyde des Eisens. Das Eisen bildet in Vereinigung mit dem Sauerstoffe ein Oxydul und ein Oxyd. Beide werden durch Kohle schon in der Rothglühhitze zu Metall reduzirt; aber es ist dabei nicht zu vermeiden, daß das hergestellte Eisen gleichzeitig Kohlenstoff aufnimmt. Wasserstoffgas, welches man über die Eisenoxyde leitet, bewirkt deren Reduktion schon unter der Glühhitze.

Das Eisenoxydul enthält in 100 Theilen 22.77 Sauerstoff und 77.23 Eisen. Es wird in Verbindung mit Wasser (als weißes Eisenoxydul-Hydrat mit 20.39 Prozent Wassergehalt) niedergeschlagen, wenn man ein aufgelöstes Eisenoxydulsalz (z. B. grünen Eisenvitriol) mit einem ätzenden Alkali unter vollständigem Ausschlusse der atmosphärischen Luft vermischt. Der Niederschlag wird beim Kochen mit der darüber stehenden Flüssigkeit schwarz, durch Verlust des Wassers, läßt sich aber nicht trocknen, ohne durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft schnell höher oxydirt zu werden.

Wird Eisen in Berührung mit der Luft oft und lange geglüht, oder salpetersaures (auch schwefelsaures) Eisenoxyd einer anhaltenden Glühhitze ausgesetzt, oder ein Gemenge von Eisenfeilspänen und Salpeter in einen glühenden Tiegel geworfen, dann durch Wasser alles Auflösliche entfernt; so bildet sich Eisenoxyd, welches von braunrother Farbe (in verschiedenen Schattirungen) ist, vom Magnete nicht gezogen wird, und in 100 Theilen 69.34 Eisen und 30.66 Sauerstoff enthält. Es kommt im Mineralreiche vor. Eisenoxyd-Hydrat (aus 85.29 Oxyd und 14.71 Wasser bestehend) erscheint als ein gelbbrauner Niederschlag, wenn Eisenoxydsalze mit einem ätzenden, oder selbst mit einem kohlensauren Alkali versetzt werden. Es bildet sich auch bei der gleichzeitigen Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit auf das Eisen, und führt in diesem Falle (wo es oft mit kohlensaurem Eisenoxydul gemengt ist) den Nahmen Rost,

Eisenrost. Es findet sich endlich in der Natur als Eisenerz. Durch Glühen verliert das Eisenoxyd-Hydrat sein Wasser, und wird zu Eisenoxyd. Das letztere ist für sich sehr strengflüssig (fast so sehr als das Eisen), läßt sich aber mit dem Glase zusammenschmelzen, und ertheilt demselben, in gehöriger Menge beigemischt, eine gelbe oder gelbrothe Farbe. Es findet aus diesem Grunde in der Emailmahlerei Anwendung. Außerdem dient es als Farbe zum Anstreichen, und als Polirmittel für Metalle und Glas, unter den Nahmen **Engelroth**, **Braunroth**, **Kolkothar** rc. Für diese Zwecke wird es auf verschiedene Weise dargestellt (s. den Artikel: **Engelroth**).

Eisenoxydul und Eisenoxyd können sich mit einander vereinigen, und eine Verbindung (**Eisenoxydoxydul**) darstellen, welche hinsichtlich ihres Sauerstoff-Gehaltes zwischen beiden steht. Das Eisen zeigt eine besondere Neigung zur Bildung eines solchen mittlern Oxydationsgrades. Schon die Natur liefert im Mineralreiche Eisenoxydoxydul (das sogenannte **Magneteisen**), welches aus 31 Oxydul und 69 Oxyd besteht, oder 71.78 Eisen gegen 28.22 Sauerstoff enthält. Von der nähmlichen Zusammensetzung ist das grauschwarze Eisenoxyd, welches entsteht, wenn Wasser durch glühendes Eisen zerlegt wird. Der **Glühspan**, **Hammerschlag**, **Eisensinter** oder **Schmiedesinter**, welcher geglühtes Eisen überzieht, und beim Hämmern desselben sich größtentheils in Gestalt von Schuppen ablöset, ist gleichfalls Eisenoxydoxydul, aber nach einem andern Verhältnisse als das Magneteisen gemischt. Er enthält nämlich (wenn man von der äußersten, stets etwas höher oxydirten Schichte absieht) 27 Eisenoxyd auf 73 Oxydul, oder 24.9 Sauerstoff auf 75.1 Eisen. Man erhält auch Eisenoxydoxydul, wenn man Eisenoxyd (eben so Eisenoxydhydrat) für sich allein einer heftigen Hitze aussetzt, oder dasselbe mit Eisenfeilspänen, mit Fett oder mit Kohlenpulver vermengt und gelinde glüht. Das Eisenoxydoxydul im Allgemeinen wird vom Magnete gezogen, und ist oft selbst (wie das natürlich vorkommende) magnetisch. Es schmilzt (bedeutend leichter als Eisen) zu einer schlackenartigen porösen Masse, und vereinigt sich mit dem Glase, welchem es eine grüne, im Übermaße zugesetzt eine fast schwarze Farbe ertheilt. Es bil-

det in Verbindung mit Säuren eigenthümliche Salze, aus welchen durch reine Alkalien ein schmutziggrünes Eisenoxydoxydul-Hydrat gefällt wird, das in Berührung mit der Luft sich schnell in Eisenoxyd-Hydrat verwandelt.

II. Eisen mit Kohlenstoff. Das Eisen gehört zu den wenigen Metallen, welche sich mit Kohlenstoff verbinden können, und es hat zu demselben eine so große Verwandtschaft, daß man es bei seiner Gewinnung im Großen, wo es stets mit Kohle in Berührung kommt, nie kohlenstofffrei erhält, und die drei Modifikationen, unter welchen das Eisen zur technischen Verarbeitung gelangt (Roheisen, Stahl, Schmiedeisen) sämmtlich Verbindungen des reinen Eisens mit Kohlenstoff sind. Der letztere ist indessen nur im Roheisen und im Stahl ein wesentlicher Bestandtheil, im Schmiedeisen dagegen eine zufällige Beimischung.

A. In der Gestalt, in welcher das Eisen unmittelbar durch das Schmelzen seiner Erze erhalten wird, stellt es das Roheisen oder Gußeisen dar, welches, nach seiner verschiedenen Beschaffenheit, 3 bis 5.3 Prozent Kohlenstoff, überdieß noch zufällige geringe Beimischungen von Silicium (Kiesel), Aluminum, Magnium, Kalzium, Titan, Mangan, Kupfer, Chrom, Schwefel und Phosphor enthält. Das Roheisen ist im Allgemeinen härter und leichter schmelzbar als das Schmiedeisen (sein Schmelzpunkt kann auf beiläufig 100 bis 120 Grad Wedgwood geschätzt werden); es besitzt eine dunkelgraue, hellgraue oder grauweiße Farbe, und körniges oder blättrigstrahliges Gefüge; es ist nicht oder nur sehr wenig dehnbar, hat ein spezifisches Gewicht von 7.0 bis 7.5, und wird im Rothglühen so weich, daß es sich (und zwar mit einer Holzsäge) zersägen läßt. Das Roheisen besitzt übrigens nach gewissen Umständen, welche bei seiner Erzeugung absichtlich oder zufällig gewaltet haben, sehr abweichende Eigenschaften. Man unterscheidet zwei Hauptarten desselben: weißes und graues, deren auszeichnende Eigenschaften bald mehr bald weniger scharf hervortreten, so, daß ein Übergang von der einen Art in die andere Statt findet. Das weiße Roheisen hat eine helle, oft fast silberweiße Farbe, starken Glanz, und einen strahligen Bruch mit spiegelnden Flächen, daher der Nahme Spiegeleisen, Spiegelflossen, für das Eisen, welches

diese Eigenschaft im höchsten Grade besitzt. Ein feinstrahliges Gefüge und eine bläuliche oder bläulichgraue Farbe karakterisirt das blumige Roheisen. Das Mittel zwischen Spiegeleisen und blumigem Eisen hält das sogenannte weißgare Eisen. Grell heißt das weiße Eisen, wenn seine Farbe schon ins Graue fällt, und die Bruchflächen kein deutliches Gefüge, sondern Poren und kleine Höhlungen, gleichsam wie löcheriger Käse, zeigen. Bläulichweiß, mit feinzackigem, sehr porösem Bruche das luckige Roheisen, welches sich dem Stahle in seinen Eigenschaften nähert. Eben so mannigfaltige Verschiedenheiten zeigt das graue Roheisen. Seine Farbe geht vom Grauschwarzen (schwarzes, übergares, Roheisen) bis ins Hellgraue, das Gefüge vom Grobkörnigen bis zum Feinschuppigen und fast Dichten. Je dunkler die Farbe, desto gröber ist in der Regel das Korn, und desto stärker der Glanz. Graues und weißes Roheisen kommen oft in Einem Stücke mit einander gemengt vor, was man im Ansehen des Bruches deutlich bemerkt. Dieser erscheint nämlich heller und dunkler gestreift (streifiges Roheisen), oder kleingefleckt (halbirtes Roheisen), je nachdem die zwei Eisenarten lagenweise getrennt, oder in zerstreuten Theilen durch einander gemengt sind.

Das graue Roheisen ist oft in geringem Grade dehnbar (nimmt daher vom Hammer Eindrücke an), immer aber viel weniger spröde, viel weicher und leichter zu bearbeiten, als das weiße; und je dunkler die Farbe, desto geringer ist die Härte. Das weiße Roheisen zerspringt schon bei leichten Stößen oder Schlägen, und widersteht der Feile und dem Meißel; ja das Spiegeleisen kommt an Härte dem gehärteten Stahle wenigstens gleich. Man bezeichnet wegen dieser karakteristischen Verschiedenheit auch das weiße Roheisen mit dem Nahmen Hartflossen. (Weichflossen wird das luckige Roheisen genannt.) Das weiße Roheisen ist im Allgemeinen leichter schmelzbar, aber dickflüssiger, als das graue oder halbirte; letztere beiden sind deßhalb zum Gießen vorzugsweise geeignet. Das graue schwindet weniger nach dem Gusse (d. h. zieht sich in geringerem Grade zusammen), und füllt also die Formen vollkommener als das weiße. Im Mittel kann man annehmen, daß die Linear-Dimensionen eines erkalteten Gußeisenstücks um $^1/_{96}$ kleiner sind, als

jene der Gußform waren. Hierauf ist bei der Anfertigung von Guß-Modellen Bedacht zu nehmen. Das graue Roheisen ist einiger Maßen schweißbar, doch liegt seine Schweißhitze dem Schmelzpunkte zu nahe, als daß von dieser Eigenschaft gewöhnlich Gebrauch gemacht werden könnte. Wird graues Roheisen nach dem Schmelzen plötzlich abgekühlt (indem man es in Wasser, in feuchten Sand, oder in eiserne, die Wärme gut leitende Formen gießt), so zeigt es (entweder durch die ganze Masse oder wenigstens bis auf eine gewisse Tiefe von der Oberfläche hinein) die Farbe, den Bruch und die Härte des weißen Eisens, ohne eine Veränderung seiner chemischen Zusammensetzung erlitten zu haben. Diese Erscheinung, welche zur Darstellung harter Gußwaaren benutzt wird, ist derjenigen zu vergleichen, welche der Stahl beim Härten darbiethet. Durch neues Schmelzen und darauf folgendes langsames Abkühlen wird das Eisen wieder grau. Auch läßt sich Roheisen, welches ursprünglich weiß war, in graues umwandeln, wenn es bei einer sehr hohen Hitze (die den Schmelzpunkt weit übersteigt) geschmolzen, und hierauf einer sehr langsamen Abkühlung überlassen wird.

Die Abweichungen der verschiedenen Roheisenarten sind wesentlich in dem ungleichen Gehalte an Kohlenstoff, und in der Art der Verbindung desselben mit dem Eisen gegründet. Die größte Menge Kohlenstoff enthält das Spiegeleisen, und überhaupt ist meistentheils das weiße Roheisen, welches schon ursprünglich weiß war, reicher an Kohlenstoff als das graue. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Arten besteht indessen darin, daß im weißen Eisen aller Kohlenstoff durchaus in gleichförmiger chemischer Verbindung mit dem Eisen ist, während im grauen der größere Theil nur (entweder rein, oder mit wenig Eisen zu Kohleneisen verbunden) eingemengt sich befindet. Beim Schmelzen des grauen Roheisens löset sich der bloß beigemengte Kohlenstoff gleichmäßig auf, worauf er sich beim langsamen Erstarren wieder abscheidet. Geschieht aber die Abkühlung plötzlich, so fehlt es zur Abscheidung an Zeit, und es bleibt aller vorhandene Kohlenstoff in chemischer Verbindung, das Eisen wird also weiß, wie oben angeführt wurde. Hieraus folgt von selbst, daß jenes weiße Eisen, welches durch Abkühlung aus grauem entstanden ist, die

nämliche Menge Kohlenstoff, wie letzteres, enthält; und es gibt folglich für jedes graue Roheisen ein weißes von ganz gleichem Kohlenstoffgehalte.

B. Der Stahl steht hinsichtlich seiner Schmelzbarkeit zwischen Roheisen und Stabeisen (sein Schmelzpunkt fällt auf 150 bis 160 Grad Wedgwood); er ist schmiedbar wie Stabeisen, und läßt sich meistentheils auch schweißen; er ist im natürlichen Zustande (nach dem Glühen langsam erkaltet) fast so weich als Schmiedeisen, nimmt aber, wenn er geglüht, und plötzlich (wie durch Eintauchen in Wasser) abgekühlt wird, eine sehr große Härte und Sprödigkeit an, und wird dann durch neues Erhitzen stufenweise wieder weicher, durch Glühen und langsames Abkühlen ganz weich, besitzt auch bei einem gewissen mittlern Grade der Härte eine sehr große Elastizität. Sein Gefüge ist körnig, und wird durch das Härten feiner; sein spezifisches Gewicht = 7.4 bis 7.9. Die absolute Festigkeit des ungehärteten Stahls ist bedeutend größer als die des Schmiedeisens. Der Stahl ist Kohlenstoff-Eisen mit einem geringerem Kohlenstoff-Gehalte als das Roheisen. Überdieß können sich darin noch kleine Antheile von allen jenen fremden Stoffen befinden, welche oben (S. 6.) als Nebenbestandtheile des Gußeisens nahmhaft gemacht worden sind. Die Menge des Kohlenstoffs beträgt zwischen 0.7 und 3 Prozent.

C. Das Stabeisen oder Schmiedeisen (weiche Eisen) endlich, dessen Eigenschaften allgemein im Eingange dieses Artikels angegeben sind, ist am ärmsten an Kohlenstoff, von welchem es nur 0.2 bis 0.6 Prozent enthält (desto mehr, je härter es ist). Außerdem befindet sich darin meist ein wenig Silicium, und zuweilen Phosphor, Schwefel, Kalzium, Kupfer, Mangan, Chrom u. s. f. Schon ein äußerst geringer Schwefelgehalt (0.01 bis 0.03 Prozent) ertheilt dem Schmiedeisen die Eigenschaft, in der Rothglühhitze unter dem Hammer zu bersten, während es sich doch in der Schweißhitze gut schmiedet (rothbrüchiges Eisen). Phosphor in etwas größerer Menge (zu wenigstens 3/4 Prozent) macht das Eisen kaltbrüchig, d. h. in der Kälte spröde und leicht zerbrechlich, ohne seine Schmiedbarkeit in glühendem Zustande zu vermindern. Eisen, welches

bei allen Temperaturen mürb und von geringer Festigkeit ist, heißt faulbrüchig oder haderig, und verdankt diesen Fehler gewöhnlich einer kleinen Beimischung von Silicium oder Kalzium, wenn die Ursache nicht eine rein mechanische ist, und in eingemengter Schlacke liegt.

Das beste, zäheste Schmiedeisen zeigt, wenn es abgebrochen wird, ein hackiges oder zackiges Gefüge, d. h. die Bruchflächen erscheinen mit spitzigen Hervorragungen bedeckt. Durch fortgesetzte Streckung aber (mittelst Hammer, Walzen oder Drahtzieheisen) geht die Textur in eine sehnige (aderige) über, wobei auf dem Bruche die abgerissenen Fäden oder Sehnen sichtbar werden. Diese Veränderung, mit welcher eine sehr bedeutende Vergrößerung der absoluten Festigkeit vergesellschaftet ist, erleidet weicheres Eisen früher als härteres, manches schlechte Eisen aber gar nie. Eisen, dessen Bruchfläche aus vielkantigen, gröberen oder feineren Körnern von deutlich erkennbarer Gestalt, oder gar aus Schuppen zusammengesetzt scheint, ist jederzeit brüchig, und daher schlecht. In unvollkommen bearbeitetem Eisen finden sich oft mehrere Arten des Bruches mit einander gemengt, z. B. körniger und sehniger. Stellen im Eisen, wo durch mangelhafte Schweißung der Zusammenhang der Theile unterbrochen (durch zwischenliegende Schlackentheile aufgehoben) ist, heißen unganz, und vermindern natürlich die Festigkeit sehr. Lösen sich, in Folge unganzer Stellen, Theile von der Masse des Eisens ab, so nennt man diese Schiefer. Kleine Ungänzen, welche nur beim Poliren, als graue Flecken oder Streifen, zum Vorscheine kommen, werden Äschenlöcher (Äschel) genannt.

Farbe und Glanz des Schmiedeisens stehen in merkwürdiger Beziehung zu einander. Gutes Eisen nämlich ist entweder von sehr heller Farbe und schwachem Glanze, oder besitzt bei starkem Glanze eine mehr graue Farbe. Wo dunklere Farbe mit schwachem Glanze, oder an einem weißen Eisen ein sehr starker Metallglanz vorkommt, läßt sich auf mürbe oder spröde Beschaffenheit schließen. Die Härte des Schmiedeisens zeigt auffallende Verschiedenheiten, welche mit den Abstufungen der Festigkeit und Dehnbarkeit in mannigfaltiger Vereinigung vorkommen. Je härter und zugleich fester das Eisen ist, desto schätzbarer ist es zu

allen Verwendungen, wiewohl weiches und zugleich zähes Eisen zu manchen Zwecken (Blechfabrikation und Drahtzieherei) nicht minder gut brauchbar ist. Eisen aber, welches bei geringer Härte auch nicht einmahl Zähigkeit besitzt, sondern mürbe ist, gehört zu den schlechten Sorten.

Schnelle Abkühlung nach dem Glühen (z. B. Ablöschen in Wasser) vermehrt die Härte des Schmiedeisens meist gar nicht, und nie in bedeutendem Grade. Dagegen wird hartes Eisen durch Erhitzen bis zum Rothglühen, und nachheriges langsames Abkühlen, etwas weicher. Lange anhaltendes und oft wiederhohltes Glühen bei Luftzutritt (wo der Kohlenstoff größtentheils oder ganz verbrennt) macht alles Schmiedeisen (doch das weiche leichter als das harte) in gewissem Grade mürbe und minder zäh (überwärmtes, verbranntes Eisen); diese nachtheilige Veränderung hat nicht in der Entfernung des Kohlenstoffs ihren Grund, denn die frühere gute Beschaffenheit kehrt zurück, wenn nachher das Eisen unter vollkommenem Ausschluß der Luft (z. B. unter einer völlig geschmolzenen Schlackendecke) zum Weißglühen gebracht wird.

Obwohl die Unterscheidung von Schmiedeisen, Stahl und Gußeisen von höchster Wichtigkeit für die technische Praxis ist, so stützt sie sich doch keineswegs auf Merkmahle, welche mit wissenschaftlicher Strenge eine Trennung des kohlenstoffhaltigen Eisens in die genannten drei Gattungen erlauben. Von dem reinsten, fast kohlenstofffreien Schmiedeisen bis zum kohlenstoffreichsten Gußeisen, findet man eine große Reihe von Verbindungen mit steigendem Kohlenstoffgehalte und, dem entsprechend, mit allmählich sich ändernden Eigenschaften. Unter diesen Verbindungen gibt es a) einige von der Art, daß sie im gewöhnlichen Zustande weich und dehnbar sind, und auch nach dem Glühen und schnellen Erkalten keine bedeutende Verminderung dieser Eigenschaften zeigen: diese alle rechnet man zum Schmiedeisen. b) Andere, mit größerem Kohlenstoffgehalte, besitzen im gewöhnlichen Zustande noch Weichheit und Dehnbarkeit genug, um sich feilen und schmieden zu lassen, werden aber durch rasches Abkühlen sehr hart und spröde: man begreift sie unter dem Nahmen Stahl. c) Endlich noch andere Verbindungen des Eisens mit Kohlenstoff, welche die größte Menge des

letztern enthalten, sind unter keinerlei Umständen in bedeutendem Grade dehnbar, werden aber durch schnelle Abkühlung gleichfalls spröder und um vieles härter: die verschiedenen Arten des Gußeisens. Daß die Grenze zwischen Schmiedeisen und Stahl, so wie zwischen Stahl und Gußeisen durch Mittelglieder (bei welchen es leicht zweifelhaft ist, zu welcher dieser Gattungen des Kohlenstoff-Eisens sie zu rechnen seyen) verwischt wird, kann nicht befremden. Eben so natürlich ist, daß Roheisen, Stahl und Schmiedeisen (da sie, chemisch betrachtet, sich wesentlich nur durch ihren ungleichen Kohlenstoffgehalt unterscheiden) leicht in einander verwandelt werden können. So wird Schmiedeisen zu Stahl durch Zusatz von Kohlenstoff, wenn man dasselbe zwischen Pulver von Kohle oder kohlehaltigen Substanzen (z. B. schwarzgebrannten Knochen, Ochsenklauen, Lederschnitzel, feinen Dreh- oder Feilspänen von grauem Roheisen rc.) eine angemessene Zeit glüht (Einsetzen, Zementiren). Dauert diese Behandlung zu lange, wird also das Eisen mit Kohlenstoff überladen, so geht der anfangs gebildete Stahl in Roheisen über. Auch anhaltende Einwirkung von Kohlenwasserstoffgas in der Glühhitze verwandelt das Schmiedeisen in Stahl. Aus Roheisen entsteht Schmiedeisen durch anhaltendes Schmelzen unter einem darauf wirkenden Luftstrome, und in Berührung mit Eisenoxyden (Frisch-Prozeß). Ist die hierbei Statt findende Verbrennung des Kohlenstoffs unvollständig, so erhält man Stahl (Stahlfrischen). Schon wenn (graues oder weißes) Roheisen längere Zeit im Schmelzen erhalten wird, bei freiem oder unvollkommen gehemmtem Luftzutritt, nimmt es einen gewissen Grad von Geschmeidigkeit an, und nähert sich dem Stahle. Weißes Roheisen in Berührung mit der Luft geglüht, wird, durch Einwirkung des auf der Oberfläche entstehenden Glühspans, welcher einen Theil des Kohlenstoffs oxydirt, grau, weich, erhält ein körniges Gefüge, und zeigt sich überhaupt dem Stahle ähnlich (Braten des Roheisens). Ja das weiße Roheisen erhält sogar schon Geschmeidigkeit, wenn es bei Ausschluß der Luft längere Zeit geglüht wird, wozu man es z. B. in Pulver von Holzkohle, feuerfestem Thon, Rotheisenstein, gebranntem Kalk oder Knochenasche, in Sand, gesiebter Holzasche u. s. w. eingraben kann. Auf dieser Erfah-

rung beruht das Adonciren (Anlassen oder Tempern) gegossener Eisenwaaren. Das graue Roheisen wird durch gleiche Behandlung nicht verändert, durch Glühen unter Luftzutritt aber porös und mürbe. Stahl nimmt die Eigenschaften des Schmiedeisens an durch fortgesetztes Glühen unter Luftzutritt, wobei der Kohlenstoff verbrennt; oder durch Glühen zwischen Feilspänen von Schmiedeisen, welche den Kohlenstoff aufnehmen (Entkohlen des Stahls).

Man unterscheidet Roheisen, Stahl und Schmiedeisen von einander, wenn man auf die polirte Oberfläche des zu prüfenden Stücks (falls dieses nämlich nicht auf andere Weise geprüft werden darf) einen Tropfen Scheidewasser fallen läßt. Der Flecken, welcher hierdurch entsteht, ist nach Maßgabe der vorhandenen Kohlenstoffmenge verschieden von Farbe, nämlich auf Schmiedeisen hellgrau, auf Stahl dunkelgrau, auf Roheisen fast schwarz. Wo Stahl und Schmiedeisen, oder Eisensorten von ungleichem Kohlengehalte, in einem innigen Gemenge sich befinden, wird bei dem Bestreichen mit Säure jeder der Gemengtheile durch eigenthümliche Farbe kenntlich gemacht. Darauf beruht die Entstehung der Zeichnungen auf dem Damaszener-Stahle. Selbst in gewöhnlichem Schmiedeisen oder schlechteren Stahlgattungen ist der Kohlenstoffgehalt sehr oft ungleichförmig vertheilt, so, daß beim Ätzen Flecken, Streifen oder feine Linien von dunklerer und hellerer Schattirung zum Vorschein kommen. Die kohlenstoffreicheren, härteren Stellen zeichnen sich dabei durch dunklere Farbe aus. Man prüft so die Gleichförmigkeit des Eisens, und erkennet, wo etwa an Eisenarbeiten fehlerhafte Stellen durch eingesetzte Stückchen ausgebessert sind.

Verbindungen aus Eisen und Kohlenstoff, welche von dem letztern mehr als das Gußeisen enthalten, können auf verschiedene Weise dargestellt werden; so durch Glühen des Berlinerblaues (Bd. II. S. 26.) in einem verschlossenen Gefäße, wobei das zurückbleibende Kohleneisen in 100 Theilen aus 74.74 Eisen und 25.26 Kohlenstoff zusammengesetzt ist; und durch gleiche Behandlung des weißen Cyaneisens (Bd. II. S. 25.), welches ein schwarzes Pulver, aus 68.93 Eisen und 31.07 Kohlenstoff bestehend, hinterläßt. Den Graphit (das Reißblei) hat man

früher für eine bestimmte Verbindung des Eisens mit Kohle angesehen, indem dieses Fossil, abgesehen von seinen fremdartigen Verunreinigungen, gewöhnlich 4 bis 7 Eisen auf 93 bis 96 Prozent Kohlenstoff enthält. Seit man indessen bemerkt hat, daß der Eisengehalt oft in den verschiedenen Theilen eines und desselben Stückes Graphit verschieden ist, ja zuweilen das Eisen ganz fehlt, ist es offenbar geworden, daß dieses Metall nur eine zufällige und unwesentliche Beimischung, keineswegs aber einen nothwendigen Bestandtheil des Reißbleies ausmacht. Kohlenstoffhaltiges, in seinen Eigenschaften dem Graphit gleichendes Eisen bildet sich beim Schmelzen des Roheisens mit überschüssiger Kohle, und scheidet sich beim langsamen Erkalten des unter solchen Umständen entstehenden schwarzen Roheisens auf der Oberfläche und im Innern desselben sichtbar ab (Hochofen-Graphit). Die dunkelgraue, großblätterige, schmelzbare und sehr spröde Masse von Kohleneisen, welche man erhält, wenn Stückchen von Schmiedeisen oder Stahl mehrmahls mit Zusatz von Kohlenpulver geschmolzen werden, ist ebenfalls hierher zu rechnen.

III. Eisen mit Cyan. Von den Verbindungen, welche hier zu erwähnen seyn würden, ist das Nöthige im Artikel: Berlinerblau (Bd. II. S. 24—28) gesagt.

IV. Phosphor-Eisen. Glühendes Eisen, auf welches man Phosphor wirft, verbindet sich leicht mit demselben. Das Phosphor-Eisen, welches hierbei sich bildet, enthält 77.57 Eisen gegen 22.43 Phosphor, und kann auch dargestellt werden, indem man Phosphordampf über glühende Eisenfeilspäne streichen läßt, desgleichen wenn man Eisenfeilspäne mit gleich viel verglaster Phosphorsäure und etwas Kohlenpulver, oder phosphorsaures Eisenoxydul mit dem vierten Theile Kohle glüht. Es ist stahlgrau, spröde, bedeutend leichter schmelzbar als reines Eisen. Eine Beimischung dieses Phosphor-Eisens ist es gewöhnlich, welche dem kaltbrüchigen Schmiedeisen seine schlechte Eigenschaft ertheilt. Eine Verbindung des Eisens mit mehr Phosphor (53.5 Eisen, 46.5 Phosphor enthaltend) entsteht, wenn Schwefelkies in der Glühhitze durch Phosphorwasserstoff zersetzt wird.

V. Schwefel-Eisen. Das Eisen kann mit dem Schwe-

fel in mehreren Verhältnissen verbunden werden, worüber die Zahlenangaben im I. Bande (S. 145) zusammengestellt sind.

A. Das Doppelt-Schwefeleisen (auf 100 Theile Eisen 118.6 Schwefel enthaltend) wird häufig in der Natur gefunden, unter den Nahmen Schwefelkies und Wasserkies. Der Schwefelkies (Eisenkies), von gelber (messinggelber bis röthlichgelber) Farbe, metallischem Glanze, in Würfeln oder den vom Würfel abstammenden Formen krystallisirt, kommt auf die verschiedenste Weise (zuweilen arsenik-, kupfer-, silber-, goldhaltig) vor. Man findet ihn theils in selbstständigen Lagern, theils in anderen Fossilien eingewachsen oder beigemengt, bald in Krystallen, in kugeligen oder nierenförmigen Massen, bald in größeren oder kleineren derben Theilen; so im Kalkstein, Lehm, Thon, Thonschiefer, Sandstein, Granit und Gneis, Glimmerschiefer, Grünstein ꝛc. Auf Gängen erscheint er häufig, und mit allerlei Erzen, als: Eisenerzen, Kupferkies, Bleiglanz u. s. f. Der Wasserkies (Vitriolkies), zu welchem der Strahlkies, Spärkies, Kammkies, Zellkies und Leberkies gehören, ist blaßgraugelb, wie der Schwefelkies metallisch glänzend, aber in anderen Formen (welchen ein rhombisches Prisma zu Grunde liegt) krystallisirt. Die Krystalle sind mannigfaltig gruppirt, zuweilen haar- oder nadelförmig, häufig in trauben-, kugel- oder nierenförmigen, knolligen, röhren- und zapfenförmigen Massen zusammengehäuft. Er findet sich hauptsächlich eingemengt in Kalkstein, Kreide, Thon und Thonschiefer, Alaunschiefer, Kohlenschiefer, Steinkohlen, Erd- und Braunkohlen, Torf. Er enthält innig beigemengtes Einfach-Schwefeleisen, und verwittert dem zu Folge an der feuchten Luft mehr oder weniger schnell, indem sich aus dem Einfach-Schwefeleisen vermittelst des Sauerstoffs der Atmosphäre schwefelsaures Eisenoxydul bildet, und das Doppelt-Schwefeleisen unverändert zurückbleibt, dessen Krystalle hierdurch aus einander fallen.

Künstlich kann Doppelt-Schwefeleisen erhalten werden, wenn man Eisenoxyd bei einer nicht ganz ans Glühen reichenden Hitze durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt, oder wenn man das durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Eisen bereitete Schwefeleisen (von welchen sogleich die Rede seyn wird) mit der Hälfte

seines Gewichtes Schwefel gut vermengt, und durch Destillation, bei welcher die Hitze nicht bis zum Glühen gehen darf, den überflüssigen Schwefel entfernt. Auf diese letztere Weise dargestellt ist das Doppelt-Schwefeleisen ein metallisch aussehendes Pulver von dunkler, ins Gelbliche ziehender Farbe.

Das Doppelt-Schwefeleisen im Allgemeinen (das natürliche wie das künstliche) wird von den Säuren (Salpetersäure und Königswasser ausgenommen) nicht angegriffen, und hinterläßt beim Glühen an der Luft rothes Eisenoxyd, in verschlossenen Gefäßen aber die zunächst folgende Art des Schwefeleisens, indem $^3/_7$ des Schwefels abdestilliren. Hierauf beruht die Anwendung des Schwefelkieses zur Gewinnung des Schwefels. Der Rückstand besitzt die Eigenschaft, in Berührung mit Luft und Feuchtigkeit allmählich zu verwittern, und sich zu schwefelsaurem Eisenoxydul zu oxydiren; und es ist zu bemerken, daß diese Veränderung schneller erfolgt, wenn die Abscheidung des Schwefels in gewissem Grade unvollkommen geschehen ist, obwohl der hierbei zurück gebliebene größere Gehalt an Schwefel gar nicht zur Bildung des schwefelsauren Salzes unmittelbar erfordert wird.

B. Achtsiebentel-Schwefeleisen (aus 59.6 Eisen und 40.4 Schwefel, oder 100 Eisen und 67.8 Schwefel bestehend) kann betrachtet werden als eine Zusammensetzung von Doppelt-Schwefeleisen und Einfach-Schwefeleisen, in welcher letzteres drei Mahl so viel Schwefel enthält, als das erstere. Beim Glühen des Doppelt-Schwefeleisens bleibt, wie so eben erwähnt wurde, zuletzt diese Verbindung zurück, welche durch fortgesetztes Erhitzen (bei Ausschluß der Luft) nicht ferner mehr Schwefel verliert. In den Fällen, wo man Schwefel und Eisen durch Zusammenschmelzen direkt mit einander zu verbinden trachtet, bildet sich Achtsiebentel-Schwefeleisen. Weiß oder hellroth glühendes Schmiedeisen kommt schon in Fluß und wird zu Schwefeleisen, wenn man es mit Schwefel in Berührung bringt, und diese Wirkung (welche auf Gußeisen nicht, wohl aber auf Stahl Statt findet) ist so schnell, daß ein Eisenstück von einer daran gehaltenen Schwefelstange in sehr kurzer Zeit förmlich durchbohrt wird. Es ist vorgeschlagen worden, diese Erfahrung zu benutzen, und in Eisen mit großer Schnelligkeit Löcher hervorzubringen. Um diesen Zweck zu errei-

chen, erhitzt man das Eisen zu dem gehörigen Grade, und legt es, um schneller Abkühlung vorzubeugen, auf einen 2 Zoll hohen, gleichfalls erhitzten, in der Nähe der Esse befindlichen eisernen Reif, von welchem es nur in zwei Punkten berührt, und so unterstützt wird, daß die zu durchbohrende Stelle hohl liegt. Die Schwefelstange, welche 5 bis 6 Zoll Länge hat, wird dann ohne Zeitverlust mit einer Zange gefaßt, senkrecht aufgesetzt, und gelinde auf das Eisen niedergedrückt. Es erhebt sich dabei eine 8 bis 10 Zoll hohe Feuergarbe, welche jedoch bei einiger Aufmerksamkeit nicht gefährlich ist, und das gebildete Schwefeleisen fließt in den innern Raum der ringförmigen Unterlage ab, wo es in einem untergesetzten Wassergefäße aufgefangen werden kann. Wenn das Eisen nicht über 6 oder 8 Linien Dicke hat, ist die Durchbohrung in 12 bis 16 Sekunden geschehen. Das Loch erhält jedes Mahl die Gestalt, welche der Querschnitt der Schwefelstange besitzt; gießt man daher letztere viereckig, oval u. s. w., so ist es leicht, Durchbohrungen von diesen und anderen abweichenden Formen hervorzubringen. Aus leicht einzusehenden Gründen fällt das Loch jedes Mahl etwas weniger regelmäßig auf jener Seite aus, von wo der Schwefel eingedrungen ist. Deßhalb, und weil der Rand des Loches nicht frei von Schwefeleisen bleibt, welches spröde ist und an der feuchten Luft sich oxydirt, ist es immer gut, das Loch nachher noch auszufeilen. Mit einer Schwefelplatte von 3 bis 4 Linien Dicke lassen sich weißglühend gemachte Eisenstangen, auf welche dieselbe quer aufgesetzt wird, sehr schnell und gerade abschneiden.

Das Achtsiebentel-Schwefeleisen ist äußerlich schwarzgrau von Farbe, auf dem Bruche gelblichgrau, in starker Rothglühhitze schmelzbar, wird durch gelindes Erhitzen an der Luft theilweise zu schwefelsaurem Eisenoxydul, bei stärkerer Hitze zu Eisenoxyd und schwefeliger Säure, welche als Gas entweicht. Es entwickelt bei der Auflösung in Salzsäure, verdünnter Schwefelsäure oder Essigsäure Schwefelwasserstoffgas, und hinterläßt Schwefel, dient daher als gewöhnlichstes Material zur Bereitung des Schwefelwasserstoffgases, und wird für diesen Gebrauch dargestellt, indem man 1) eine weißglühend gemachte Eisenstange mit Schwefel bestreicht, und das abfließende Schwefeleisen in

Wasser auffängt; oder 2) eine weißglühende Eisenstange in einen gußeisernen Tiegel steckt, worin Schwefel liegt, und dieses Verfahren unter erneuertem Hineinwerfen von Schwefel so lange wiederhohlt, bis der Tiegel (der dabei wenig oder gar nicht angegriffen wird) voll ist; oder 3) streifenweise zerschnittenes Eisenblech in einem Tiegel weißglühend macht, und Stückchen von Stangenschwefel darauf wirft, welche damit sogleich zusammenfließen. Man erhält es auch, wenn man fein gepulverten Eisenhammerschlag recht genau mit gleich viel Schwefel vermengt, und das Gemenge in einem bedeckten Schmelztiegel bis zum Flusse erhitzt, wobei sich schwefeligsaures Gas entwickelt.

Schwefeleisen kann sich mit metallischem Eisen, so wie mit Schwefel verbinden, daher enthält das Achtsiebentel-Schwefeleisen, auf eine der angegebenen Arten bereitet, leicht einen Überschuß von einem oder dem andern Bestandtheile. Wenn daran gelegen ist, es rein zu erhalten, muß man darauf sehen, daß bei der Bereitung ein Übermaß von Schwefel vorhanden sey, und dieses dann durch anhaltendes Rothglühen in einem Gefäße, in welches die Luft keinen Zutritt hat, entfernen.

In der Natur wird Achtsiebentel-Schwefeleisen gefunden, welches unter dem Nahmen Magnetkies bekannt ist. Es ist von dunkel braungelber Farbe, metallischem Glanze, im Gefüge blätterig oder dicht, wird schwach vom Magnete gezogen, ist öfters selbst magnetisch, und kommt theils krystallisirt, theils derb, in verschiedenen Gesteinen (Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Kalkstein, Serpentin 2c) eingesprengt, oder als Anflug vor. Der Magnetkies hat zuweilen auch eine andere Zusammensetzung, z. B. 55 84 Eisen, 44.16 Schwefel (auf 100 Eisen 79.1 Schwefel), in welchem Falle Doppelt-Schwefeleisen und Einfach-Schwefeleisen in solchem Verhältnisse mit einander verbunden sind, daß jedem die Hälfte des gesammten Schwefelgehaltes zukommt (Vierdrittel-Schwefeleisen).

C. Anderthalb-Schwefeleisen (auf 100 Theile Eisen 89 Schwefel) wird als ein schwarzer, beim Trocknen an der Luft sich zersetzender Niederschlag erhalten, wenn man aufgelöstes schwefelsaures oder salzsaures Eisenoxyd tropfenweise in eine Auflösung von schwefelwasserstoffsaurem Kali fallen läßt. Wird über

erwärmtes Eisenoxyd ein Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet, so entsteht Wasser, und man erhält allmählich eine gelblichbraune, wenig glänzende Masse, welche ebenfalls Anderthalb-Schwefeleisen ist. Hierbei darf die Temperatur nicht über + 80° R. steigen; bei größerer Hitze entsteht Doppelt-Schwefeleisen, indem Wasserstoffgas nebst den Wasserdämpfen sich entwickelt. Das Anderthalb-Schwefeleisen ist nicht magnetisch; es verliert beim anfangenden Glühen Schwefel, und wird zu Achtsiebentel-Schwefeleisen; Salzsäure und verdünnte Schwefelsäure lösen es unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas und mit Zurücklassung von Doppelt-Schwefeleisen auf. Mit Schwefelkupfer verbunden kommt es natürlich vor, und bildet den Kupferkies.

D. Einfach-Schwefeleisen (bestehend aus 100 Eisen und 59.3 Schwefel) ist der schwarze Niederschlag, welchen schwefelwasserstoffsaure Alkalien in den Auflösungen der Eisenoxydulsalze erzeugen, und der sich an der Luft, durch Oxydation des Eisens zersetzt. Es entsteht auch, wenn man wasserfreies schwefelsaures Eisenoxydul in einem Kohlentiegel glüht, so wie, wenn Schnitzel von dünnem Eisenbleche in einem bedeckten Tiegel mit Schwefel in nicht zu großer Menge bis zum Rothglühen erhitzt, und in dieser Hitze so lange erhalten werden, bis kein Schwefel mehr entweicht. Das Schwefeleisen darf hierbei nicht zum Schmelzen kommen, weil es sonst Eisen auflöset, oder, bei Überschuß von Schwefel, Achtsiebentel-Schwefeleisen entsteht. Von den erkalteten Eisenstücken löset sich das Schwefeleisen, welches sie als eine Kruste überzieht, beim Biegen leicht ab. Es ist gelblich, von metallischem Glanze, wird vom Magnete angezogen, beim Glühen im Verschlossenen nicht, dagegen durch Erhitzen an der Luft eben so wie das Achtsiebentel-Schwefeleisen zersetzt, und löset sich in Salzsäure und verdünnter Schwefelsäure unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas, ohne einen Rückstand zu lassen, auf. In der Natur kommt Einfach-Schwefeleisen in seltenen Fällen als Beimengung von Steinkohlen vor. Luft und Feuchtigkeit bewirken dann eine schnelle Oxydation desselben zu schwefelsaurem Eisenoxydul, wobei die Temperatur leicht so sehr steigt, daß die Kohlen in Brand gerathen. Der Wasserkies (S. 15) verdankt, wie schon erwähnt worden ist, seine Fähigkeit zu verwittern einge-

mengtem Einfach-Schwefeleisen. Letzteres, mit Schwefelkupfer in Verbindung, bildet das Buntkupfererz.

E. Halb-Schwefeleisen (100 Eisen mit 29.7 Schwefel) und

F. Achtel-Schwefeleisen (100 Eisen mit 7.4 Schwefel) sind schwarzgraue pulverige Verbindungen, von welchen die erste durch Glühen des wasserfreien schwefelsauren Eisenoxyduls in einem Strome von Schwefelwasserstoffgas, die zweite durch gleiche Behandlung des basischen schwefelsauren Eisenoxyds entsteht. Beide werden stark vom Magnete angezogen, und lösen sich in Salzsäure und in verdünnter Schwefelsäure mit Leichtigkeit auf, wobei sich ein Gemenge von Wasserstoffgas und Schwefelwasserstoffgas entwickelt. Das Halb-Schwefeleisen (und eben so das Einfach- und Anderthalb-Schwefeleisen) ist ein Bestandtheil in manchen Steinen, d. h. Gemischen von Schwefelmetallen, welche als Produkt bei hüttenmännischen Schmelzoperationen (z. B. dem Kupferschmelzprozesse) erhalten werden.

VI. Eisen mit Chlor. Wird Eisen mit Salzsäure übergossen, so geht die Auflösung desselben mit Lebhaftigkeit, unter Entwickelung von Wasserstoffgas vor sich, und man erhält eine grüne, herb und zusammenziehend schmeckende Flüssigkeit, in welcher salzsaures Eisenoxydul enthalten ist. Dieses Salz kann daraus in durchsichtigen, blaßgrünen Krystallen erhalten werden, welche die Gestalt abgestumpfter rhombischer Oktaeder haben, und aus 33.86 Salzsäure, 32.68 Eisenoxydul, 33.46 Wasser zusammengesetzt sind. Die Krystalle sind in Wasser und in Weingeist leicht auflöslich, zerfließen schnell an der Luft, und schmelzen, wenn sie erhitzt werden, in ihrem Krystallwasser. Die Auflösung des salzsauren Eisenoxyduls oxydirt sich an der Luft zu salzsaurem Eisenoxyd, wobei basisches salzsaures Eisenoxyd sich absetzt. Dampft man dieselbe bis zur Trockenheit ab, und erhitzt den Rückstand noch ferner, unter Ausschluß der Luft, so bleibt Einfach-Chloreisen (aus 43.39 Eisen und 56.61 Chlor bestehend), welches weiß ist, in der Rothglühhitze schmilzt, später sich sublimirt, und, im Wasser aufgelöset, wieder salzsaures Eisenoxydul bildet. Wird das Einfach-Chloreisen bei mäßigem Luftzutritte erhitzt, so wird der dritte Theil des Eisens durch den

Sauerstoff der Atmosphäre in Eisenoxyd verwandelt, während die übrigen zwei Drittel mit der ganzen Menge Chlor verbunden, als Anderthalb-Chloreisen sich sublimiren. Letzteres, welches auf 33.8 Eisen 66.2 Chlor enthält, und auch beim Erhitzen des Einfach-Chloreisens in Chlorgas sich bildet, erscheint in braunen, irisirenden, fast metallisch glänzenden Blättchen, welche in sehr geringer Hitze flüchtig sind, aber bei der Sublimation zum Theil Chlor verlieren, und etwas Einfach-Chloreisen hinterlassen. An der Luft zerfließt das Anderthalb-Chloreisen; im Wasser löset es sich unter Erhitzung auf, und bildet eine dunkelbraune, sehr herb schmeckende Flüssigkeit, welche, bis zur Syrupdicke abgedampft, beim Erkalten zu einer zerfließlichen, in Weingeist und Äther leicht auflöslichen, pomeranzengelben Salzmasse gerinnt: neutrales salzsaures Eisenoxyd. Die Auflösung dieses Salzes ist leicht zersetzbar. Sie läßt schon beim Abdampfen Salzsäure entweichen, und basisches salzsaures Eisenoxyd in rostgelben Flocken fallen, und liefert endlich einen Rückstand, in welchem Anderthalb-Chloreisen mit Eisenoxyd theils chemisch verbunden, theils gemengt ist. Man erhält das neutrale salzsaure Eisenoxyd auch, wenn man Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat in Salzsäure auflöset. Am gewöhnlichsten bereitet man es durch Kochen von salzsaurem Eisenoxydul mit Salpetersäure, welche dabei zersetzt wird, und Sauerstoff an das Eisenoxydul abgibt. Um die Abscheidung von basischem Oxydsalze bei diesem Prozesse zu verhindern, bereitet man die Eisenauflösung mit einer gewogenen oder gemessenen Menge von Salzsäure, und setzt nach der Sättigung mit Eisen noch halb so viel Salzsäure zu, als man angewendet hat. Ein Übermaß von Salpetersäure wird dadurch vermieden, daß man diese Säure zu der kochenden Eisenauflösung nur in kleinen Portionen allmählich zusetzt, und damit aufhört, wenn bei einem neuen Zusatze keine rothen (salpetrigsauren) Dämpfe mehr erscheinen, und die früher von beigemischtem Salpetergas dunkelbraun gefärbte Flüssigkeit gelbbraun geworden ist.

VII. Eisensalze. Die Oxyde des Eisens vereinigen sich mit den Säuren, und bilden Salze, deren wesentliche Eigenthümlichkeiten im Allgemeinen folgende sind:

Die Salze des Eisenoxyduls sind entweder weiß

oder blaß bläulichgrün von Farbe, haben (wenn sie im Wasser auflöslich sind) einen zusammenziehenden, tintenartigen Geschmack, entziehen der atmosphärischen Luft und mehreren anderen sauerstoffhaltigen Körpern den Sauerstoff, und verwandeln sich dadurch zuerst in Eisenoxydoxydul-, dann in Eisenoxydsalze. Hierbei scheidet sich jedes Mahl ein Theil basisches Eisenoxydsalz ab, wenn nicht in dem Oxydulsalze überflüssige Säure vorhanden war, welche alles entstehende Eisenoxyd aufgelöset zu halten vermag. In den Auflösungen der Eisenoxydulsalze bewirken ätzende Alkalien einen weißen Niederschlag von Eisenoxydulhydrat, welcher durch Aufnahme von Sauerstoff sehr bald in Eisenoxydoxydulhydrat, und dann in Eisenoxydhydrat übergeht, daher zuerst grau, dann grün, schwarzblau und endlich gelbbraun wird. War das gefällte Salz nicht frei von Oxyd, so ist der Niederschlag gleich anfangs grün. Kohlensaure Alkalien liefern auch einen weißen Niederschlag, welcher zwar bei seiner Entstehung kohlensaures Eisenoxydul ist, aber die erwähnte Farbenveränderung und die endliche Umwandlung in Eisenoxydhydrat gleichfalls erleidet. Das blausaure Eisenkali (Bd. II. S. 25) fällt die Eisenoxydulsalze weiß (bei Anwesenheit von etwas Eisenoxyd graugrün, bei viel Eisenoxyd blau); der Niederschlag wird an der Luft dunkelblau (Bd. II. S. 27, 39). Schwefelwasserstoffsaure Alkalien schlagen Einfach-Schwefeleisen von schwarzer Farbe nieder. Galläpfel-Aufguß zeigt keine Einwirkung, außer wenn Oxydsalz dem Oxydulsalze beigemischt ist, in welchem Falle eine violette oder schwarze Färbung zum Vorscheine kommt.

Das geglühte Eisenoxydoxydul (z. B. der Hammerschlag) ist in Säuren schwer auflöslich; man erhält aber Eisenoxydoxydul-Salze sowohl wenn die Oxydulsalze durch die Einwirkung der Luft oder anderer sauerstoffhaltiger Körper (z. B. Salpetersäure) theilweise höher oxydirt, als wenn Eisenoxydsalze durch Schwefelwasserstoff, metallisches Eisen u. s. w. unvollständig desoxydirt werden. Sie sind meist hellgrün oder bräunlich, schmecken zusammenziehend, werden an der Luft zu Oxydsalzen, dagegen durch Behandlung mit metallischem Eisen oder mit Schwefelwasserstoffsäure zu Oxydulsalzen. Sie liefern mit reinen und kohlensauren Alkalien einen grünen Niederschlag, und verhalten

sich gegen blausaures Eisenkali und Galläpfel-Aufguß genau so, wie die Eisenoxydsalze.

Das Eisenoxydhydrat ist in den Säuren leicht auflöslich, das geglühte Oxyd aber viel schwieriger. Die Eisenoxydsalze entstehen außerdem bei der Einwirkung der Luft, kochender Salpetersäure oder des Chlors auf Oxydul- oder Oxydoxydul-Salze. Sie sind meist von gelber, brauner oder rother Farbe, und gewöhnlich im Wasser auflöslich, wenn sie keinen Überschuß von Basis (Eisenoxyd) enthalten. Diejenigen, welche auflöslich sind, schmecken zusammenziehender und herber als die Oxydulsalze, und werden von ätzenden, so wie von kohlensauren Alkalien gelbbraun (Eisenoxydhydrat), von blausaurem Eisenkali dunkelblau (Berlinerblau), durch Galläpfel-Aufguß blauschwarz, durch schwefelwasserstoffsaure Alkalien schwarz niedergeschlagen. Kocht man ein aufgelöstes Eisenoxydsalz mit metallischem Eisen, so wird es zu Oxydulsalz; die nämliche Reduktion bewirkt Schwefelwasserstoffgas, unter Abscheidung von Schwefel. Durch diese beiden Mittel befreit man daher die Oxydulsalze von dem Antheile Oxydsalz, welchen sie, bei ihrer großen Neigung zu höherer Oxydation, gewöhnlich enthalten.

Nur wenige von den Salzen des Eisens haben in technischer Beziehung Wichtigkeit. Sie sind folgende.

A. Salzsaures Eisenoxydul und salzsaures Eisenoxyd. Von beiden ist bei Gelegenheit der Verbindungen des Chlors mit dem Eisen die Rede gewesen (S. 20, 21).

B. Blausaures Eisenoxydoxydul (Berlinerblau); s. Bd. II. S. 26 u. f.

C. Kohlensaures Eisenoxydul (in 100 Theilen 38.63 Kohlensäure, 61.37 Eisenoxydul). Es kommt in der Natur vor als eines derjenigen Erze, woraus das Eisen gewonnen wird (Eisenspath). Durch Kunst wird es erhalten, wenn man Eisenfeilspäne in kohlensaurem Wasser liegen läßt, oder ein aufgelöstes Eisenoxydulsalz (z. B. Eisenvitriol) durch kohlensaures Alkali niederschlägt. So bereitet ist es ein grünlichweißes Pulver welches schon während des Trocknens Sauerstoff aus der Luft aufnimmt, dagegen seine Kohlensäure fahren läßt, und in Eisenoxydhydrat sich verwandelt. Das kohlensaure Eisenoxydul

ist in geringer Menge in reinem, mehr in kohlensaurem Wasser auflöslich; diese letztere Auflösung stellt saures kohlensaures Eisenoxydul dar, welches in den eisenhaltigen Mineralwässern vorkommt.

Eine Verbindung der Kohlensäure mit Eisenoxyd kennt man nicht isolirt, sondern nur in Doppelsalzen. Wird z. B. salpetersaures Eisenoxyd mit einer konzentrirten kohlensauren Kalilauge versetzt, so löset sich das anfangs niederfallende Eisenoxydhydrat durch einen Überschuß des Fällungsmittels wieder auf, und man erhält eine blutrothe Flüssigkeit, in welcher neben salpetersaurem Kali ein Doppelsalz von kohlensaurem Kali und kohlensaurem Eisenoxyde enthalten ist (Stahltinktur, Stahls alkalische Eisentinktur).

D. Phosphorsaures Eisenoxydul. Man erhält dasselbe als einen unauflöslichen weißen Niederschlag, wenn man die Auflösungen von schwefelsaurem Eisenoxydul und phosphorsaurem Natron mit einander vermischt. Seine Bestandtheile sind 50.4 Phosphorsäure, 49.6 Eisenoxydul. Es nimmt schnell aus der Luft Sauerstoff auf, wird blau und zu phosphorsaurem Eisenoxydoxydul. Diese letztere Verbindung kommt im Mineralreiche vor, unter dem Nahmen erdiges Eisenblau oder natürliches Berlinerblau. Das sogenannte spathige Eisenblau (Vivianit), welches in blaßblauen durchsichtigen Krystallen gefunden wird, ist basisches phosphorsaures Eisenoxydul.

Phosphorsaures Eisenoxyd, und zwar das neutrale, welches in 100 Theilen 44.74 Phosphorsäure, 32.70 Eisenoxyd und 22.56 Wasser enthält, ist der weiße, an der Luft unveränderliche Niederschlag, welchen das salzsaure oder schwefelsaure Eisenoxyd mit phosphorsaurem Natron gibt. Wird derselbe mit Ätzkalilauge digerirt, so gibt er einen Theil seiner Säure ab, und wird zu basischem phosphorsaurem Eisenoxyde, von rothbrauner Farbe. Dieses basische Salz findet sich als Beimengung in mehreren Eisenerzen, z. B. Braun- und Rotheisensteinen, Thoneisenstein und thonigem Eisenspath, vorzüglich aber in den Raseneisensteinen.

E. Salpetersaures Eisenoxydul. Die Salpe-

tersäure greift das Eisen so lebhaft an, und gibt ihren Sauerstoff so leicht ab, daß sie dasselbe gewöhnlich in Oxyd verwandelt. Nur wenn die Säure sehr verdünnt ist und Erwärmung vermieden wird, erhält man eine Auflösung von salpetersaurem Eisenoxydul (in der Regel jedoch schon mit salpetersaurem Eisenoxyd gemischt), welche durch zurückgehaltenes Salpetergas braun gefärbt erscheint, und an der Luft sich schnell vollständig oxydirt. Das salpetersaure Eisenoxydul wird zuweilen zum Gebrauche in der Färberei bereitet, zu welchem Behufe man an einem kühlen Orte (am besten in der Winterkälte) kleine Mengen metallischen Eisens nach und nach in reine verdünnte Salpetersäure einträgt. Man setzt zu einer Masse von mehreren Pfunden Säure nur alle 8 bis 12 Stunden, und jedes Mal nicht mehr als ein Quentchen Eisen. Das Salz krystallisirt oft schon während der Arbeit zum Theile heraus. Die Krystalle sind so blaßgrün, daß sie beinahe farbelos erscheinen, und zerfließen an der Luft.

Neutrales salpetersaures Eisenoxyd (67.49 Salpetersäure, 32.51 Eisenoxyd) wird gebildet, wenn man die Salpetersäure in nicht zu sehr verdünntem Zustande auf Eisen wirken läßt, welches davon unter Erwärmung und mit rascher Entwickelung von Salpetergas und oxydirtem Stickgas aufgelöset wird. Auch das Eisenoxydhydrat ist in der Salpetersäure leicht auflöslich. Man kann die gelbbraune Flüssigkeit, welche in dem einen wie in dem andern Falle erhalten wird, nicht zum Krystallisiren bringen; sie hinterläßt, abgedampft, eine braune Masse, welche schon in schwacher Hitze durch Verlust der Säure zerlegt wird, so daß anfangs basisches salpetersaures Eisenoxyd, gleichfalls von brauner Farbe, entsteht, zuletzt aber reines Eisenoxyd bleibt. Das eben erwähnte basische Salz erscheint auch als Niederschlag, wenn man die Auflösung des Eisens in Salpetersäure mit so wenig Kali versetzt, daß dieses nicht hinreicht, alle Säure an sich zu nehmen.

F. Schwefelsaures Eisenoxydul. Unter allen Eisensalzen ist dieses das wichtigste. Es kommt gewöhnlich unter dem Nahmen Eisenvitriol, grüner Vitriol (auch grünes Kupferwasser) vor, und besteht im krystallisirten Zustande aus 31.02 Schwefelsäure, 27.20 Eisenoxydul, 41.78 Was-

ser; im wasserfreien Zustande aus 53.29 Schwefelsäure, 46.71 Eisenoxydul. Konzentrirte Schwefelsäure greift das Eisen bei gewöhnlicher Temperatur langsam, schneller in der Hitze an. Im erstern Falle entwickelt sich, weil die Oxydation auf Kosten des in der Schwefelsäure enthaltenen Wassers geschieht, Wasserstoffgas; bei Anwendung von Hitze aber wird die Schwefelsäure zerlegt, und es entweicht schwefeligsaures Gas, während durch den abgeschiedenen Sauerstoff das Eisen oxydirt wird, welches sich dann in der noch unzerlegten Säure auflöset. Am besten wirkt die Schwefelsäure, wenn sie bedeutend verdünnt ist, in welchem Falle selbst ohne Erwärmung die Auflösung rasch erfolgt, und reichliche Wasserstoffgas-Entwicklung Statt findet. Aus der Flüssigkeit krystallisirt beim Abdampfen und Abkühlen das schwefelsaure Eisenoxydul in durchsichtigen, blaß meergrünen rhombischen Prismen, welche in der Hitze in ihrem Krystallwasser zergehen, und, nach dessen Verdunstung, bei Abhaltung der Luft zu einem weißen Pulver, wasserfreiem schwefelsaurem Eisenoxydul, zerfallen (weiß kalzinirter Eisenvitriol). Der krystallisirte Eisenvitriol ist nicht im Weingeist, aber leicht im Wasser auflöslich; 100 Theile desselben erfordern

bei + 8° R.	....	164	Theile	Wasser
» 12°	....	143	»	»
» 19.2°	....	87	»	»
» 26.4°	....	66	»	»
» 36.8°	....	44	»	»
» 48°	....	38	»	»
» 67.2°	....	37	»	»
» 80°	....	30	»	»

Aus der blaß bläulichgrünen Auflösung wird durch konzentrirte Schwefelsäure, desgleichen durch Weingeist, das weiße wasserfreie Salz gefällt. Konzentrirte Schwefelsäure löset eine geringe Menge schwefelsauren Eisenoxyduls auf, und färbt sich dadurch roth. Die Krystalle des Eisenvitriols verwittern an der trockenen Luft, indem sie auf der Oberfläche erst (durch Wasserverlust) weiß, dann (durch Oxydation) gelb werden. Erhitzt man sie in Berührung mit der Luft, so findet nach der Verdunstung des größten Theils des Krystallwassers eine Oxydation des

Salzes Statt, welches dadurch braunroth wird, und in ein Gemenge aus neutralem und basischem schwefelsaurem Eisenoxyde übergeht (roth kalzinirter Eisenvitriol). Dieselbe Umänderung erleidet die Vitriolauflösung beim Stehen an der Luft, indem sie basisches schwefelsaures Eisenoxyd als ocherartiges Pulver absetzt, während zuerst schwefelsaures Eisenoxydoxydul, dann aber neutrales Oxydsalz in der Flüssigkeit bleibt. Der zur Röthe kalzinirte Vitriol ist daher auch nicht vollständig, sondern nur mit Hinterlassung eben jenes basischen Salzes im Wasser auflöslich. Die Neigung des grünen Vitriols, sich zu oxydiren, ist so groß, daß dieses Salz manchen Körpern, welche den Sauerstoff nicht sehr fest gebunden enthalten, denselben schnell entzieht. So z. B. fällt die Auflösung des schwefelsauren Eisenoxyduls aus der Goldauflösung das Gold metallisch, und desoxydirt den Indig in der kalten Blauküpe der Färbereien (Bd. II. S. 195).

Das schwefelsaure Eisenoxyd ist entweder neutral oder basisch. Das neutrale (rother Eisenvitriol), aus 60.58 Schwefelsäure, 39.42 Eisenoxyd bestehend, bildet sich aus schwefelsaurem Eisenoxydul nicht nur durch Einwirkung der Luft (besonders schnell, wenn dabei Hitze zu Hülfe genommen wird, oder das Salz aufgelöset ist), sondern auch durch Kochen mit Salpetersäure, die man dann durch Abdampfen, Wiederauflösen und erneutes Abdampfen beseitigt. Da nicht die ganze Menge des Eisenoxyds, welche aus dem Eisenoxydul entsteht, durch die vorhandene Schwefelsäure neutralisirt werden kann, so ist die Bildung von basischem Salze hierbei eine natürliche Erscheinung, welcher man indessen vorbeugen kann, wenn man die Vitriolauflösung vor der Oxydation mit einer angemessenen Menge Schwefelsäure (20 Theile Vitriolöhl auf 100 Theile krystallisirten Vitriols) vermischt. Auf diese Weise wird bei der Bereitung des schwefelsauren Eisenoxyds zum technischen Gebrauche verfahren (Bd. II. S. 224). Im Großen kann man sich dazu eines gußeisernen Kessels bedienen.

Die Auflösung des schwefelsauren Eisenoxydes ist von gelbbrauner Farbe und nicht krystallisirbar, sondern hinterläßt beim Abdampfen eine gelbe, zerfließliche Salzmasse, welche bei fortgesetzter Erhitzung noch Wasser verliert, und zu einem gelblichwei-

ßen, langsam im Wasser auflöslichen, in konzentrirter Schwefelsäure unauflöslichen Pulver wird. In der Glühhitze wird dasselbe zersetzt, Schwefelsäure, mit einer geringen Menge Wasser verbunden, entweicht, zugleich wird schwefeligsaures Gas und Sauerstoffgas entwickelt, und Eisenoxyd, durch einen kleinen Antheil Schwefelsäure verunreinigt, bildet den Rückstand. Hierauf beruht die Darstellung des Nördhäuser Vitriolöhls (s. Schwefelsäure).

Das basische schwefelsaure Eisenoxyd erhält man auf die schon oben angegebene Weise, desgleichen bei der Vermischung des neutralen Salzes mit einer kleinen Menge von Ammoniak. Es ist im wasserhaltigen Zustande (wo es aus 16.00 Schwefelsäure, 62.46 Eisenoxyd und 21.54 Wasser besteht) gelbbraun, wird aber, durch Hitze entwässert, braunroth. Im Glühen wird es, auf dieselbe Weise wie das neutrale Salz, zersetzt.

Ein Doppelsalz von schwefelsaurem Eisenoxyd und schwefelsaurem Kali läßt sich durch Vermischen der beiden Salze im aufgelösten Zustande, und Abdampfen, darstellen. Es ist ungefärbt und gleicht an Krystallgestalt, so wie im Geschmacke, vollkommen dem Alaun (daher Eisen-Alaun). Dieses Salz kommt als Verunreinigung des käuflichen Alauns vor, der dadurch Eisengehalt zeigt und zu vielen Verwendungen unbrauchbar wird (Bd. I. S. 215).

Vitriolsiederei.

Das schwefelsaure Eisenoxydul wird in der Natur, und zwar als ein Erzeugniß der Zerstörung von Schwefelkiesen, in Höhlen, in alten Bergbauten, in Steinkohlengruben, in Alaunschiefern (Bd. I. S. 198) u. s. w. gefunden. Die Grubenwässer mancher Bergwerke enthalten dieses Salz. Künstlich wird dasselbe, da es in den Gewerben (z. B. in der Färberei, zur Tintebereitung, zur Fabrikation des Berlinerblaues, zur Darstellung der rauchenden Schwefelsäure ꝛc.) und in der Medizin zahlreiche Anwendungen findet, häufig bereitet. Als Nebenprodukt gewinnt man es durch Abdampfen der kupfervitriolhaltigen Grubenwässer mancher Bergwerke (der sogenannten Zementwässer), nachdem das Kupfer (Zementkupfer) durch metallisches Eisen

daraus abgeschieden ist. Das gewöhnlichste Material aber ist natürliches Schwefeleisen, nämlich Schwefelkies und Wasserkies (Vitriolkies). Im Allgemeinen beruht die Darstellung des Vitriols auf der Verwitterung des Schwefeleisens, d. h. auf der Oxydation desselben zu schwefelsaurem Eisenoxydul, welche durch länger dauernde Einwirkung der Luft, unter Begünstigung der Feuchtigkeit, Statt findet. Da der Wasserkies dieser Veränderung schon in seinem natürlichen Zustande unterworfen ist, so werden die Fossilien, welche diese Art des Kieses enthalten (S. 15), unmittelbar der Verwitterung ausgesetzt. Den Schwefelkiesen hingegen muß vorläufig ein Theil ihres Schwefelgehaltes entzogen werden, worauf der Rückstand (wie S. 16 erwähnt worden ist) der Vitriol-Bildung durch Verwitterung fähig wird. Diese Entziehung des Schwefels kann durch Destillation oder durch Rösten geschehen. Im erstern Falle benutzt man die Kiese zur Darstellung von Schwefel, indem man sie, zu grobem Pulver gepocht, in den thönernen oder gußeisernen Röhren des Schwefeltreibofens erhitzt, und, wenn kein Schwefel mehr in die Vorlagen übergeht, das zurückbleibende Schwefeleisen mit geringerem Schwefelgehalte (die sogenannten Schwefelbrände) herauszieht, um sie der fernern Behandlung zu unterwerfen. Da in diesem Verfahren die gewöhnlichste Methode der Schwefelbereitung besteht, so wird im Artikel Schwefel ausführlicher davon die Rede seyn.

Das Rösten der Schwefelkiese ist eine Erhitzung derselben bei Luftzutritt, wodurch der zu entfernende Schwefel größtentheils nicht unverändert ausgetrieben, sondern verbrannt wird. Theils entweicht derselbe als schwefeligsaures Gas, theils wird er zu Schwefelsäure oxydirt, und bildet mit einem Theile des Eisens, welchen der Sauerstoff der Luft in Oxydul verwandelt, schwefelsaures Eisenoxydul. Die gerösteten Kiese enthalten also neben dem Schwefeleisen schon fertig gebildeten Eisenvitriol, außerdem aber noch Eisenoxyd und schwefelsaures Eisenoxyd, weil ein bedeutender Theil des Eisens und des schon gebildeten Vitriols durch die fortdauernde Einwirkung von Luft und Hitze sich höher oxydirt. Man nimmt das Rösten entweder in Haufen oder in Ofen vor. Die Rösthaufen werden im Freien oder unter einem

leichten Dache errichtet, und man gibt ihnen eine Unterlage von Brennstoff (Reisig, Holzkohlen oder Steinkohlen), durch dessen Entzündung die unterste Schichte der Kiese selbst in Brand geräth, welche dann die weitere Erhitzung der Haufen bewirkt. Die Röstöfen können Flammenöfen seyn, wie zum Rösten des Bleiglanzes (Bd. II. S. 340), oder Schachtöfen, deren Raum konisch nach oben sich verengt, und mit mehreren, nach einer gemauerten Kammer führenden Abzugkanälen versehen ist. Auf ein Bett von Brennmaterial, welches zu unterst eingelegt wird, bringt man Schwefelkies, zuerst in größeren, dann allmählich in kleineren Stücken. Ein Theil desselben verbrennt auch hier wieder, aber der mit dem schwefeligsauren Gase zugleich fortgehende Schwefeldampf wird in der Kammer, wo er sich zu pulverförmigem Schwefel verdichtet, aufgefangen. Dieses Verfahren hat hierdurch einen Vorzug vor dem Rösten in Haufen oder in Flammenöfen.

Die Vitriolbereitung (Vitriolsiederei) aus geröstetem Schwefelkiese, aus Schwefelbränden und aus Wasserkies wird ganz auf einerlei Weise vorgenommen, und zerfällt in das Verwittern, das Auslaugen, das Sieden und das Krystallisiren.

1) Zum Verwittern werden die gerösteten Schwefelkiese, die Schwefelbrände oder die wasserkieshaltenden Fossilien in Halden (d. h. pyramidalen, 3 bis 4 Fuß hohen, unten 6 Fuß, oben 4 Fuß langen und breiten Haufen) aufgestürzt, und so in der freien Luft sich selbst überlassen, wobei unter Erwärmung allmählich die Bildung von schwefelsaurem Eisenoxydul Statt findet. Das Salz erscheint in Gestalt weißer haarförmiger Krystalle auf der Oberfläche und im Innern der Haufen. Falls nicht Regen genug fällt, um die Halden in gehörigem Grade zu befeuchten, muß durch Begießen mit Wasser nachgeholfen werden. Um den Vitriol zu gewinnen, welchen das abfließende Regenwasser fortspült, faßt man die Haufen mit einem schmalen Graben ein, der sich in eine mit Thon ausgeschlagene, und dadurch wasserdicht gemachte Grube mündet. Das in letzterer aufgesammelte Wasser wird zum Begießen der Halden angewendet, so lange es noch nicht genug Vitriol aufgelöset hat. Die Vitriol-

Bildung in den Halden wird beschleunigt, wenn man frisch gerösteten Kiesen jedes Mahl einen Theil bereits ganz verwitterter und ausgelaugter (sogenannter Vitriol=Erde) beimengt. Durch die Verwitterung ist als Hauptprodukt schwefelsaures Eisenoxydul gebildet worden, von welchem ein Theil sich durch den Einfluß der Luft in schwefelsaures Eisenoxyd umwandelt. Außerdem ist schwefelsaures Kupferoxyd und schwefelsaures Zinkoxyd vorhanden, wenn in den verarbeiteten Eisenkiesen Kupferkies und Schwefelzink mit enthalten waren, welche auf den Halden sich ebenfalls oxydiren. Sind eisenkieshaltige Alaunschiefer das bearbeitete Vitriol=Erz, so ist auch schwefelsaure Alaunerde (und zuweilen schwefelsaure Bittererde und Gyps, s. Bd. I. S. 199) gebildet worden. Alle diese Salze gehen bei der nachfolgenden Behandlung in die Vitriol=Lauge über.

2) Das Auslaugen. Ist die Verwitterung hinreichend weit gediehen, so schreitet man zum Auslaugen, d. h. zur Auflösung des entstandenen Vitriols, und der anderen vorhandenen Salze, in Wasser. Nur die gerösteten Schwefelkiese werden, da in ihnen bereits gebildeter Vitriol enthalten ist, unmittelbar nach dem Rösten zum ersten Mahle ausgelaugt, und hierauf noch der Verwitterung unterworfen.

Man verrichtet das Auslaugen in viereckigen, von Bohlen zusammengesetzten (besser gemauerten, s. Bd. I. S. 202) Laugekästen, deren mehrere treppenartig über einander angebracht sind. Alle diese Kästen werden über die Hälfte ihres Inhalts mit den verwitterten Vitriol=Erzen angefüllt; dann leitet man in den obersten Kasten Wasser (wo möglich siedendes), bis er voll ist, rührt mit eisernen Gabeln sorgfältig um, und läßt endlich das Ganze einige Zeit in Ruhe stehen. Durch eine Rinne wird hierauf die Flüssigkeit in den nächsten, tiefer stehenden Kasten abgelassen; aus diesem, nach einer der beschriebenen gleichen Behandlung, in den dritten u. s. f., wodurch sich die Auflösung immer mehr mit Vitriol sättigt. In dem letzten, untersten Kasten bleibt die Lauge 12 Stunden lang stehen. Die ausgelaugte Masse wird wieder der Verwitterung ausgesetzt, und nach 4 bis 6 Monaten zum zweiten Mahle ausgelaugt. Oft kann dieses Verfahren auch noch zum dritten Mahle vorgenommen werden.

Bei einem Betriebe mehr im Großen, wo die Anlage der nöthigen Laugekästen zu kostspielig ausfallen würde, so wie unter Umständen, wo das Brennmaterial wohlfeil genug ist, um das Versieden auch schwacher Laugen zu gestatten, wird mit Vortheil das Auslaugen mit dem Verwittern verbunden. Zu diesem Behufe dienen sogenannte Laugebühnen, deren Einrichtung verschieden seyn kann. Auf festem, von Natur thonigem, oder mit Thon gut ausgestampftem Boden werden von dicht zusammengefügten Bohlen zwei schiefe Ebenen angelegt, welche sich unter einem stumpfen Winkel gegen einander neigen. Die Erze werden in großen Stücken auf diese Flächen ausgeschüttet, und durch irgend eine Vorrichtung, die von der Lokalität abhängt (und wozu man in Gebirgsgegenden am einfachsten die vorhandenen Quellwasser benutzen kann), fortwährend, außer bei Regenzeit, mit Wasser benetzt, so daß der Vitriol in demselben Maße, wie er durch die Verwitterung entsteht, auch sogleich fortgewaschen wird. Eine Rinne in dem Winkel, wo die schrägen Flächen der Bühne zusammenstoßen, nimmt die so entstandene Auflösung (Rohlauge) auf, und führt sie einem großen hölzernen, unter Dach befindlichen Behälter zu, welcher in der Erde steht, und durch eine Umgebung von Thon wasserdicht gemacht worden ist. Die Erze werden zuerst nur in einer Schichte von 6 Zoll Höhe auf den Bühnen ausgebreitet; sind sie nach einiger Zeit verwittert und ausgezogen, so stürzt man eine neue Lage von gleicher Dicke darüber. Auf diese Weise wird ein Paar Jahre fortgefahren; dann sticht man die ganzen Haufen um, d. h. wühlt sie auf, um sie aufzulockern, und die unteren Theile von neuem wieder der Luft auszusetzen.

3) Das Sieden. Die rohe Vitriol-Lauge hat eine verschiedene Stärke, je nachdem die Verwitterung mehr oder weniger rasch vor sich ging, und zum Auslaugen mehr oder weniger Wasser angewendet worden ist. Insbesondere macht die ungleiche Menge des gefallenen Regens das Resultat veränderlich. Die auf Bühnen gewonnene Lauge enthält im Durchschnitte nur 7 oder 8 Prozent Vitriol. Diese schwachen Laugen können durch Verdunstung an der Luft (Gradirung) verstärkt werden, wie es bei den Salzsoolen in den Salzsiedereien üblich ist, und auf einigen

Vitriolwerken wirklich geschieht. Der Behälter, in welchem die Rohlauge aufgesammelt worden ist, liegt im oder dicht am Siedhause, aber wo möglich höher als der Boden desselben, damit man die Bequemlichkeit hat, die Lauge (nachdem sie durch Stehen den ihr beigemengten Schlamm abgesetzt hat), ohne sie zu heben, in die Sudpfannen bringen zu können. Letztere sind von Blei, und werden aus einer großen Platte verfertigt, die auf einer von Ziegeln gemauerten, mit Latten eingefaßten Fläche gegossen, an allen vier Seiten aufgebogen, und in den Ecken durch Eingießen von glühendem Blei zusammengelöthet wird. Sie haben meistentheils 12 Fuß Länge, 7 bis 8 Fuß Breite, und 18 bis 20 Zoll Tiefe, bei 9 bis 10 Linien Metalldicke, und ruhen im Ofen auf eisernen Querstangen, welche dem Boden die nöthige Unterstützung geben. Man kann hierüber nachsehen, was im ersten Bande, S. 206, 207, über die Abdampfungs=Gefäße zur Alaunsiederei gesagt ist, und hier ebenfalls seine Anwendung findet. Aus einer höher als die Sudpfanne angebrachten, durch den Abfall der Hitze aus dem nämlichen Feuerherde geheitzten Wärmpfanne wird die verdampfte Flüssigkeit von Zeit zu Zeit wieder ersetzt, und so die Sudpfanne voll erhalten.

Das Sieden zerfällt in zwei Perioden, den Vorsud und Garsud. Durch den Vorsud (Rohsud oder Läutersud) wird die Lauge bis zu 18 oder 20 Prozent Gehalt abgedampft, wozu, wenn die rohe Lauge 7 bis 8prozentig war, 4 bis 6 Stunden erfordert werden. Während dieser Zeit trübt sich die Lauge, indem sich basisches schwefelsaures Eisenoxyd (durch den Sauerstoff der Luft gebildet) in Gestalt eines braunen Schlammes abscheidet. Man läßt daher die Lauge in hölzerne Läuterkästen ab, in welchen sich jener Schlamm zu Boden setzt. Ist in der Vitriol=Lauge schwefelsaures Kupferoxyd enthalten, so bringt man, um dieses zu zersetzen, die geklärte Lauge aus dem Läuterkasten in einen andern Behälter, in welchem man sie über Stücken von altem Eisen eine Zeit lang stehen läßt. Es wird hierdurch eine Fällung des Kupfers bewirkt, an dessen Stelle ein Theil des Eisens tritt, so daß aus dem schwefelsauren Kupferoxyde schwefelsaures Eisenoxydul entsteht. Zugleich hat das Eisen den Nutzen, daß durch den Einfluß der Luft in der Vitriol=Lauge gebildete

schwefelsaure Eisenoxyd wieder in Oxydulsalz umzuwandeln (S. 23). Daher wird auf manchen Werken während des Siedens selbst Eisen in die Pfannen gegeben.

Um die Fortsetzung des Abdampfens (den Garsud) vorzunehmen, pumpt man die Lauge wieder in eine Pfanne, wo sie durch 24 bis 36stündiges Kochen (wohl auch mit Zusatz von Eisen) zu einem Gehalte von 48 Prozent verstärkt wird. Sie ist nun krystallisirbar.

4) Das Krystallisiren. Nachdem die gehörig konzentrirte Lauge auf Setzkästen abgezogen, und in diesen durch 6 bis 12stündiges Stehen geklärt worden ist, bringt man sie in die viereckigen hölzernen Krystallisir-Gefäße (Wachskästen), in welchen Holzstäbchen oder Reiser angebracht sind. An diesen, so wie an den Wänden und am Boden, setzt sich in einer dicken Kruste das Salz an. Die Krystallisation ist in 10 bis 14 Tagen vollendet. Die am Boden angeschossenen Krystalle sind gewöhnlich durch etwas niedergefallenes basisches schwefelsaures Eisenoxyd verunreinigt. Man läßt den Vitriol, auf geneigten Flächen liegend, abtropfen, und wäscht ihn mit wenig Wasser ab. Zuweilen sucht man ihn durch Wiederauflösen und nochmahliges Krystallisiren von einem Theile der anhängenden fremden Salze zu reinigen. Um das Verwittern des Vitriols, wodurch er weniger verkäuflich wird, zu erschweren, übergießt man ihn wohl auch mit einer gesättigten Vitriol-Auflösung, welcher man Zuckersyrup beigemischt hat. Dadurch überziehen sich die Krystalle mit einer dünnen Schichte Zucker, gleichsam wie mit einem Firnisse, welcher die Luft einiger Maßen abhält.

Die bei der Krystallisation übrig bleibende Mutterlauge, welche außer schwefelsaurem Eisenoxydul auch schwefelsaures Eisenoxyd, und oft schwefelsaure Alaunerde (S. 31) enthält, wird theils beim Roh-, theils beim Garsude wieder zugesetzt; die unreine schüttet man in die Laugekästen oder auf die Laugebühnen, wo das Auslaugen der Erze vorgenommen wird. Das in der Mutterlauge enthaltene schwefelsaure Eisenoxyd, welches unkrystallisirbar ist, kann durch Behandlung mit Eisen leicht zu schwefelsaurem Eisenoxydul reduzirt werden. Der Schlamm, welcher sich in den Rohlaugen-Behältern und Läuterkästen abgesetzt hat

(der Schmand oder Schwand), wird, da er wesentlich aus basischem schwefelsaurem Eisenoxyde besteht, und außerdem nur oft noch Gyps enthält, zur Vitriolöhl = Brennerei benutzt, oder in Öfen geglüht, und dadurch in unreines Eisenoxyd verwandelt, welches als rothe Farbe dient (Braunroth, Englischroth, Berlinerroth).

Mit der Eisenvitriol = Fabrikation kann sehr oft Alaunbereitung verbunden werden. Wenn nämlich die Vitriol = Laugen viel schwefelsaure Alaunerde enthalten, so werden die durch wiederhohlte Krystallisation möglichst an Vitriol erschöpften, und in demselben Maße an Alaunerde = Salz reicher gewordenen Mutterlaugen eben so behandelt, wie Alaunlaugen, d. h. mit Fluß (Bd. I. S. 209) in eigenen Rührkästen versetzt, wobei ein stark mit Eisenvitriol verunreinigtes Alaunmehl niederfällt, dessen Reinigung und weitere Bearbeitung durch Waschen ꝛc. nach Bd. I. S. 211 fg. vorgenommen wird. In Fällen, wo die aus den Erzen gewonnenen Rohlaugen als vorwaltenden Bestandtheil schwefelsaure Alaunerde enthalten, ist der Eisenvitriol nur Nebenprodukt, und wird entweder vor oder nach der Präzipitation des Alaunmehls abgeschieden (s. im Art. Alaun, Bd. I. S. 208, 211).

Der Eisenvitriol, auf die beschriebene Weise bereitet, ist immer mit einer größern oder geringern Menge derjenigen Salze verunreinigt, welche in der Lauge zugleich mit dem schwefelsauren Eisenoxydul enthalten waren, und deren Ursprung bereits erklärt worden ist (S. 31). Die allgemeinste, und gewöhnlich die größte Verunreinigung ist schwefelsaures Kupferoxyd, welches, so wie schwefelsaures Zinkoxyd und schwefelsaure Bittererde, mit dem Vitriole zugleich krystallisiren, wogegen schwefelsaures Eisenoxyd (als ein unkrystallisirbares Salz) und schwefelsaure Alaunerde (als schwer krystallisirbar) nur von dem Antheile der Mutterlauge herrühren, der in den Zwischenräumen der Krystalle eingeschlossen ist.

Absichtliche Gemische von Eisenvitriol und Kupfervitriol kommen im Handel vor. Zu diesem gemischten Vitriol gehört der Salzburger Vitriol (Adler = Vitriol) und der Admonter Vitriol (s. Kupfer). Man erkennt den Kupfergehalt eines Vitriols durch den rothen Überzug von metallischem Kupfer, welchen ein in die Auflösung getauchtes blankes

Eisenstück erhält. Da bei hinreichender Menge und längerem Verweilen des Eisens das Kupfer vollständig gefällt wird, so ist es leicht, den Eisenvitriol davon zu reinigen. Durch die Behandlung mit Eisen wird zugleich das allenfalls vorhandene Eisenoxyd zu Oxydul reduzirt. Daß Eisenoxyd vorhanden sey, gibt sich durch die schmutziggrüne oder blaue Farbe zu erkennen, welche der mit blausaurem Eisenkali erzeugte Niederschlag besitzt (S. 23). Durch die Beimischung von schwefelsaurem Eisenoxyde geht die Farbe des Vitriols ins Grasgrüne. Zink wird dadurch entdeckt, daß man, nach Abscheidung des Kupfers, die Auflösung des Vitriols durch Kochen mit Salpetersäure in schwefelsaures Eisenoxyd verwandelt (S. 27), durch überschüssig zugesetztes Ammoniak das Eisenoxyd niederschlägt, die abfiltrirte Flüssigkeit mit Salzsäure vermischt, bis der anfangs sich bildende Niederschlag wieder verschwindet, und endlich durch kohlensaures Natron das Zinkoxyd in kohlensaurem Zustande abscheidet. Enthält der Vitriol Bittererde, so bleibt diese als Rückstand, wenn man der durch Salpetersäure oxydirten Auflösung zuerst Salmiak, dann einen Überschuß von kohlensaurem Kali zusetzt; das durch letzteres gefällte Eisenoxyd entfernt, die Auflösung abdampft, das Zurückbleibende glüht und in Wasser auflöset. Wird die Vitriolauflösung durch Salpetersäure oxydirt, dann durch kohlensaures Kali gefällt, der Niederschlag mit Ätzkalilauge (die man im Überschusse anwenden muß) gekocht, endlich diese Flüssigkeit, nach vorhergegangener Neutralisirung mit Salzsäure, mit Ammoniak vermischt, so fällt Alaunerde nieder, wenn sie im Vitriol enthalten war.

Die fremden Beimischungen, welche der Eisenvitriol enthält, sind seiner Anwendung (vorzüglich in der Färberei) oft hinderlich, besonders wenn ihre Menge beträchtlich ist. Das Kupfer entfernt man, auf die schon angezeigte Art, durch Eisen; die schwefelsaure Alaunerde bleibt beim Umkrystallisiren in der Mutterlauge; aber schwefelsaures Zinkoxyd und schwefelsaure Bittererde können nicht auf einfache Weise entfernt werden, da sie ziemlich in gleichem Grade, wie der Vitriol selbst, auflöslich sind, und durch Eisen nicht gefällt werden.

Reinen Eisenvitriol erhält man durch Auflösung von altem Eisen in verdünnter Schwefelsäure, Abdampfung und Krystalli-

sation. Man nimmt auf 100 Pfund Eisen 160 Pfund Vitriolöhl, welche mit 500 Pfund Wasser verdünnt werden. Ökonomischer ist es, die schwache Säure aus den Bleikammern der Schwefelsäure-Fabriken zu diesem Behufe anzuwenden, wenn diese nicht durch den Transport zu sehr vertheuert wird. Für die fabrikmäßige Ausübung ist indessen diese Bereitungsart des Vitriols in den Fällen, wo kein ganz reines Produkt beabsichtigt wird, meist zu kostspielig, da so sehr viel Vitriol auf Alaunwerken als Nebenprodukt gewonnen wird. Der gewöhnliche, kupferhaltige Eisenvitriol hat eine bläulichgrüne Farbe, welche man im Handel so sehr gewohnt ist, daß die blasse Farbe eines reinen Vitriols eher ein Hinderniß als eine Empfehlung beim Verkaufe ist. Man kann indessen, nach Payen, einem reinen Vitriole die beliebte dunklere Schattirung von Grün ertheilen, indem man locker geflochtene Weidenkörbe, mit dem krystallisirten Vitriole gefüllt, zwei bis drei Minuten lang in eine Abkochung von levantischen Kreuzbeeren taucht, und dann abtropfen läßt.

G. Essigsaures Eisenoxydul entsteht, wenn Eisen bei abgehaltener Luft mit Essigsäure übergossen wird, in welcher es sich langsam, unter Wasserstoffgas-Entwickelung, auflöset. Man bereitet es schneller durch Auflösung des Einfach- oder Achtsiebentel-Schwefeleisens, oder des aus Eisenvitriol durch Pottasche frischgefällten kohlensauren Eisenoxyduls in Essig, desgleichen durch gegenseitige Zerlegung von Eisenvitriol und Bleizucker. Das Salz krystallisirt in kleinen grünen Säulen, und seine Auflösung setzt beim Stehen an der Luft basisches essigsaures Eisenoxyd von braungelber Farbe ab, und verwandelt sich endlich ganz in neutrales essigsaures Eisenoxyd, welches rothbraun, unkrystallisirbar ist, und 66.35 Essigsäure auf 33.65 Eisenoxyd enthält. Das letztere Salz wird auch erhalten, wenn man Eisenoxydhydrat oder basisches essigsaures Eisenoxyd in Essigsäure auflöset, desgleichen wenn man essigsaure Salze durch schwefelsaures Eisenoxyd zerlegt.

Das essigsaure Eisenoxyd wird unter dem Nahmen Eisenbeitze (Eisenbrühe, Schwarzbeitze) zum Schwarzfärben des Leders, so wie in der Zeugfärberei und Kattundruckerei sehr häufig angewendet. Zu diesen Zwecken bereitet man dasselbe,

indem man Essig längere Zeit in einem offenen Fasse über verrostetem Eisen stehen läßt. Selbst wenn das Eisen, von dem sich der Rost schon aufgelöset hat, von Zeit zu Zeit durch anderes rostiges ersetzt wird, dauert die Bereitung auf diese Weise mehrere Monate. Schneller geht sie von Statten, wenn man das Eisen, in möglichst kleinen Stücken oder in Spänen, mit Essig befeuchtet an der Luft verrosten läßt, es dann einige Zeit in Essig legt, und diese abwechselnde Behandlung bis zur Sättigung des Essigs wiederholt. Wenn zur Auflösung des Eisens Holzessig (brenzliche Essigsäure) statt des Frucht- oder Weinessigs angewendet wird, so entsteht die, mit brenzlichem Öhle verunreinigte, holzsaure (holzessigsaure) Eisenbeitze, welcher man in der Färberei den Vorzug vor dem reinen essigsauren Eisenoxyde gibt. Um dieselbe zu bereiten, dampft man rohen Holzessig in einem gußeisernen Kessel bis auf den fünften Theil ab, löset, so lange er noch heiß ist, Eisenoxydhydrat oder gerostetes Eisen bis zur Sättigung darin auf, filtrirt die Flüssigkeit, und gießt sie in ein Faß auf rostiges Eisen, welches man von Zeit zu Zeit durch anderes ersetzt. Ohne Anwendung von Wärme kann man auf folgende Weise verfahren. Eisendrehspäne oder Blechschnitzel u. dgl. werden in ein Faß mit doppeltem Boden auf den obern, durchlöcherten, Boden gelegt, und mit Holzessig, welcher mechanisch von Theer möglichst gereinigt ist, übergossen, so daß derselbe durch ein Zapfenloch unten am Fasse abläuft, worauf man ihn immer vom Neuem aufgießt, bis nach mehreren Tagen die Säure gesättigt ist. Die Auflösung wird zuletzt durch Abdampfen konzentrirt. Die durch unmittelbare Verbindung des Eisens mit der Essigsäure dargestellte Beitze verbessert sich mit der Zeit, weil sie aus der Luft Sauerstoff aufnimmt, und jener Theil des Eisens, welcher anfangs als Oxydul darin enthalten war, sich in Oxyd verwandelt. Durch doppelte Zersetzung erhält man essigsaures Eisenoxyd, indem man schwefelsaures Eisenoxyd mit der Auflösung von Bleizucker oder essigsaurem Kalk vermischt, und den entstehenden Niederschlag (schwefelsaures Bleyoxyd oder schwefelsauren Kalk) entfernt. Wenn man grünen Eisenvitriol anwendet, so muß das erhaltene essigsaure Eisenoxydul durch Aussetzen an die Luft erst noch höher oxydirt werden, wobei man, um die Abschei-

dung von basischem Salze zu vermeiden, Essig zusetzen kann. Auf 100 Theile krystallisirten Vitriols sind 147 Theile krystallisirten Bleizuckers erforderlich. Daß man statt des reinen essigsauren Kalks oder Bleioxydes diese Salze auch mit Holzessig bereitet anwenden kann, versteht sich von selbst.

H. Weinsteinsaures Eisenoxyd ist als Bestandtheil der in der Färbekunst gebräuchlichen weinsteinschwefelsauren Eisenbeitze (Bd. II. S. 224) zu bemerken.

I. Gallussaures Eisenoxyd entsteht als ein blauschwarzer Niederschlag, wenn Eisenoxydsalze mit Gallussäure oder einer gallussäurehaltigen Flüssigkeit (z. B. Galläpfel-Aufguß) vermischt werden. Ist die Eisenauflösung sehr verdünnt, so entsteht nur eine violette Färbung. Das Salz wird von Säuren und Alkalien zerlegt. Die Bereitung der schwarzen Schreibtinte, so wie die Schwarzfärberei, beruht auf der Hervorbringung von gallussaurem Eisenoxyde. (S. Tinte.)

VIII. Legierungen des Eisens. Keine einzige Verbindung des reinen Eisens mit einem andern Metalle wird absichtlich zur technischen Verwendung bereitet; denn die Legierungen des Stahls mit Silber, Nickel, Chrom etc., welche sich zum Theile durch ausgezeichnete Eigenschaften (z. B. die Fähigkeit, ungemein große Härte anzunehmen) vom reinen Stahle unterscheiden (s. Art.: Stahl), gehören nicht hierher. Es ist indessen wichtig, den Einfluß zu kennen, welchen zufällige Beimischungen gewisser Metalle auf die Beschaffenheit des Eisens haben, um beurtheilen zu können, in wie fern die Nebenbestandtheile der Eisenerze, und die Substanzen, mit welchen das Eisen bei seiner Darstellung in Berührung kommt, das Resultat des Schmelz- und Frischprozesses zu modifiziren vermögen. Karsten hat hierüber folgende höchst schätzenswerthe Erfahrungen mitgetheilt.

Ein Gehalt von Silicium ist von nachtheiliger Wirkung für die Güte des Stabeisens, welches dadurch hart und zugleich mürbe (faulbrüchig) wird. Schon 0 37 Prozent vermindert die Festigkeit sehr bedeutend. Alumium, welches indessen nur selten im Eisen vorkommt, scheint eine gleiche Wirkung zu haben. Von ähnlicher ungünstiger Art ist der Einfluß des Kalziums, von welchem schon 0.18 Prozent die Schweißbarkeit des Eisens

vermindern, und ihm die Eigenschaft ertheilen, unter dem Hammer zu spalten (das Eisen wird haderig). Durch eine höchst geringe Beimischung von Silber (0.034 Prozent) wird das Eisen rothbrüchig, und zugleich bekommt es, durch verminderte Schweißbarkeit, beim Schmieden viele Schiefer. Kupfer (zu 0.286 Prozent) vermindert beträchtlich die Schweißbarkeit. Die Verbindung mit wenig (0.19 Prozent) Zinn macht das Eisen in hohem Grade kaltbrüchig, vermindert seine Schweißbarkeit, und ertheilt ihm die Eigenschaft, in starker Hitze unter dem Hammer leicht aus einander zu fahren. Wismuth dagegen äußert keinen nachtheiligen Einfluß, wenn es zu 0.081 Prozent im Eisen enthalten ist. Ob größere Menge schädlich werden kann, weiß man nicht. Durch 0.114 Prozent Antimon wird das Eisen schon sehr kaltbrüchig; 0.23 Prozent macht es überdieß auch rothbrüchig, und raubt ihm in hohem Grade die Schweißbarkeit. Die Dehnbarkeit wird gänzlich zerstört, wenn das Eisen 1.6 Prozent Arsenik enthält; und dieses Metall kann durch Glühen nicht völlig verflüchtiget werden. Titan verbindet sich schwer mit dem Eisen, vermehrt aber dessen Härte und Festigkeit. Eben so wirkt ein Gehalt von Mangan nicht ungünstig, sondern vergrößert die Härte, ohne der Festigkeit zu schaden. Wenigstens gilt dieß noch von dem größten beobachteten Mangan-Gehalte (1.85 Prozent). Das Mangan ertheilt übrigens dem Eisen keine stahlartigen Eigenschaften. Das Eisen scheint keine bemerkbaren Mengen von Zink aufzunehmen, unter Umständen, wo ihm doch alle Gelegenheit dazu gebothen ist. Eben so wenig verbinden sich Eisen und Blei mit einander.

Natürliches Vorkommen des Eisens.

Das Eisen ist einer der am weitesten in der Natur verbreiteten Stoffe. Es bildet als Hauptbestandtheil eine bedeutende Zahl von Fossilien, und ist außerdem in geringerer Menge als Beimischung in sehr vielen Körpern des Mineralreichs, und selbst des Thier- und Pflanzenreichs enthalten. Die eigentlich sogenannten Eisenerze sind der kleinste Theil der eisenhaltigen Mineralien, indem unter den letzteren selbst viele, welche Eisen in ansehnlicher Menge enthalten, nicht als Erze (d. h. als Material

zur Darstellung des Metalls) gebraucht werden; entweder weil sie zu selten vorkommen, oder weil die Abscheidung des Eisens aus ihnen durch die Natur der übrigen Bestandtheile zu schwierig wird.

Das Eisen kommt in Mineralien entweder gediegen, oder mit Schwefel verbunden, oder als Arseneisen, oder endlich oxydirt vor.

A. Gediegen Eisen. Als solches kennt man mit Sicherheit nur das Meteor-Eisen, welches selten ganz rein, meist mit etwas Nickel, zuweilen auch mit geringen Mengen von Kobalt, Chrom, Mangan (und manchmahl Schwefel) verbunden ist. Es besitzt völlige Dehnbarkeit.

B. Schwefel-Eisen. In der Natur kommen mehrere Arten des Schwefeleisens vor, welche bereits in diesem Artikel erwähnt worden sind, nämlich der Schwefelkies (S. 15), Wasserkies (S. 15) und Magnetkies (S. 18). Alle Arten des Schwefeleisens werden niemahls zur Darstellung des Eisens angewendet, weil es zur völligen Abscheidung des Schwefels keine mit gehörigem Erfolge und der nöthigen Ökonomie im Großen auszuführende Methode gibt, und ein sehr geringer Rückstand von Schwefel schon hinreicht, um dem Eisen seine nöthigste Eigenschaft, die Dehnbarkeit, zu rauben (S. 9).

C. Arsenik-Eisen. In Verbindung mit Arsenik findet sich das Eisen im Arsenikkiese (Bd. I. S. 344), welcher aus Arsenikeisen und Schwefeleisen besteht. Das Arsenik kann eben so wenig wie der Schwefel durch Rösten so gänzlich ausgetrieben werden, daß nicht ein kleiner Rückstand bliebe, welcher die Dehnbarkeit des Eisens aufhebt. Aus diesem Grunde ist auch der Arsenikkies nicht zu den Eisenerzen zu rechnen.

D. Oxydirtes Eisen. Alle Eisenerze gehören in diese Abtheilung. Das Mineralreich bietet Eisen in dreierlei Graden der Oxydation, nämlich als Oxydul, als Oxydoxydul, und als Oxyd, letztere beide zum Theil in unverbundenem Zustande, alle drei aber in Vereinigung, bald mit Säuren, bald mit anderen Metalloxyden und mit Erden.

1) Eisen-Oxydoxydul: Magneteisenstein (siehe oben S. 5). Eines der vorzüglichsten Eisenerze, welches theils

krystallisirt oder derb (manchmahl mächtige Lager bildend), theils eingemengt in vielen verschiedenen Gebirgsarten, die es bald leichtflüssig, bald strengflüssig machen (vorzüglich Quarz, Granat, Hornblende, Schwerspath, Flußspath, Kalkstein, Apatit (phosphorsaurem Kalk), Asbest u. s. w., auch erdig (Eisenmulm oder Eisenschwärze) vorkommt. Der Magneteisenstein hat sehr gewöhnlich etwas Schwefelkies zur Begleitung, desgleichen oft Schwefelzink (Blende), Schwefelblei (Bleiglanz) und Arsenikkies, an manchen Orten titansaures Eisenoxydoxydul (Titaneisen).

2) Eisenoxyd. Wasserfreies Eisenoxyd, welches sehr häufig verschmolzen wird, kommt in zwei Hauptabänderungen vor: a) dunkelstahlgrau, metallisch glänzend: Eisenglanz; und zwar blätterig, strahlig, schuppig (Eisenglimmer), schieferig, dicht. b) Grauroth oder bräunlichroth, weniger glänzend: Rotheisenstein in mehreren Varietäten, nämlich: schuppig (rother Eisenrahm, Eisenschaum), faserig (rother Glaskopf, Blutstein), dicht, erdig (rother Eisenocher). Quarz, Eisenkiesel, Jaspis, Hornstein, Feldspath, und andere kieselerdige und thonige Fossilien sind die gewöhnlichen Begleiter von Eisenglanz und Rotheisenstein; oft kommen diese Erze mit Schwerspath, seltener mit Schwefelkies vor. Der sogenannte rothe Thoneisenstein, wozu der Röthel (Rothstein, rothe Kreide) gehört, ist ein inniges Gemenge von Eisenoxyd mit Thon.

3) Eisenoxyd-Hydrat. Das wasserhaltige Eisenoxyd bildet diejenige Klasse von Eisenerzen, welche man mit den Nahmen Schwarzeisenstein, Brauneisenstein und Gelbeisenstein belegt hat, und ungemein häufig verschmelzt. Die verschiedene Farbe scheint nur von ungleicher Dichtigkeit herzurühren. Ein Gehalt von Mangan ist in diesen Erzen häufig. Zum Brauneisenstein gehört der dichte oder gemeine Brauneisenstein, der strahlige Brauneisenstein, der faserige Brauneisenstein (braune Glaskopf), der Pyrosiderit oder Rubinglimmer. Der Schwarzeisenstein (schwarze Glaskopf) ist nichts als Brauneisenstein mit großem Manganoxyd-Gehalte. Die Brauneisensteine haben als gewöhnliche Gangarten: Quarz, Kalk-

spath, Schwerspath; sie enthalten sehr häufig etwas Kieselerde beigemengt, zuweilen eine kleine Menge phosphorsauren Eisenoxyds. Oft kommen innige Gemenge von Eisenoxyd-Hydrat mit viel Thon oder mit Sand vor, welche ein ganz gleichartiges erdiges Ansehen besitzen; und in so fern dergleichen Mengungen eine sehr hellbraune oder gelbe Farbe haben, nennt man sie Gelbeisensteine. Dahin gehören das Bohnenerz, der braune und gelbe Thoneisenstein, der braune und gelbe Eisenocher (Ocher), die Umbra, die Gelberde. Ein Theil der Kieselerde ist wohl auch mit dem Eisenoxyd-Hydrate in chemischer Verbindung.

Zu den Erzen, deren wesentlicher Bestandtheil Eisenoxyd-Hydrat ist, gehört endlich noch das Wiesenerz (Sumpferz, Morasterz, Raseneisenstein). Ein Theil des Eisens ist darin gewöhnlich als Oxydul enthalten; Manganoxydul und Phosphorsäure (letztere zu $1/4$ bis 8 Prozent) fehlen fast niemahls. Als Gemengtheile enthalten die Wiesenerze Thon, Sand und Humus, zuweilen kohlensauren Kalk und kohlensaure Bittererde. Sie gehören zu den leichtflüssigen Eisenerzen, liefern aber meist ein phosphorhaltiges Eisen.

4) Eisenoxyde mit Säuren, Metalloxyden und Erden.

a) Kohlensaures Eisenoxydul ist das einzige Fossil dieser Abtheilung, welches so häufig vorkommt und ein so gutes Eisen liefert, daß es als gewöhnliches Eisenerz angewendet werden kann. Es führt den Nahmen Spatheisenstein oder Eisenspath (auch Flinz, Stahlstein, Weißerz), und enthält fast immer eine Beimischung von kohlensaurem Manganoxydul, kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Bittererde, selten von kohlensaurem Zinkoxyd. Der Eisenspath ist blätterig, strahlig (Sphärosiderit) oder dicht. Was unter dem Nahmen thoniger Eisenspath (thoniger Sphärosiderit) vorkommt, ist ein inniges Gemenge von Eisenspathmasse mit viel Thon, worin zuweilen überdieß phosphorsaures Eisenoxyd, phosphorsaurer Kalk, Schwefelkies, Chromeisen oder Titaneisen enthalten ist. Das natürliche kohlensaure Eisenoxydul verwittert an der feuchten Luft langsam, wird dadurch lockerer, und endlich

ganz in Eisenoxyd-Hydrat verwandelt, welchem die vorhandenen kohlensauren Salze des Manganoxyduls, des Kalks, der Bittererde, beigemengt bleiben. Solcher verwitterter Eisenspath, der in chemischer Hinsicht mit dem Brauneisenstein übereinstimmt, heißt, von seiner Farbe, Braunerz.

b) Eisen-Silikate. Die chemischen Verbindungen des Eisenoxyds mit Kieselerde kommen nie rein, sondern stets mit anderen Silikaten (kieselsauren Salzen), z. B. von Alaunerde, Kalk rc. gemischt in der Natur vor. Diejenigen Mineralien dieser Abtheilung, welche Eisen in so großer Menge enthalten, daß sie noch als Eisenerze angesehen werden können, und die mit dem Nahmen Kieseleisensteine zu bezeichnen wären, sind meist für die Anwendung beim Eisenschmelzen zu selten, daher nur in wenigen Gegenden Kieseleisensteine das Haupterz bilden. Man verschmilzt sie aber oft nebenbei mit anderen Eisenerzen (z. B. Magneteisenstein), in deren Begleitung sie gefunden werden. In einigen Kieseleisensteinen ist das Eisen als Oxydul enthalten (hierzu gehören: Chamoisit, Sideroschisolith, Hisingerit, Grünerde, Chlorit, manche stark eisenhaltigen Varietäten der Hornblende, des Pyroxens und des Granats, Hedenbergit, Pyrosmalith u. s. w.); in anderen als Oxyd (so in den eisenreichen Jaspis-Varietäten, mehreren Granaten, im Nontronit rc).

c) Phosphorsaure Eisensalze. Von dem Vorkommen des basischen phosphorsauren Eisenoxyduls, des phosphorsauren Eisenoxydoxyduls und des basischen phosphorsauren Eisenoxyds ist (S. 24) gesprochen worden. Phosphorsaures Eisenoxydul mit phosphorsaurem Manganoxydul verbunden, bildet das sogenannte Phosphor-Mangan (Eisenpecherz oder Manganpecherz).

d) Arseniksaures Eisenoxydul findet sich als Skorodit; arseniksaures Eisenoxydoxydul kommt unter dem Nahmen Würfelerz (Pharmakosiderit); arseniksaures Eisenoxyd im Eisensinter (Eisenpecherz) vor. Alle diese Verbindungen sind selten.

e) Tantalsaures Eisenoxydul bildet den Tantalit.

f) Titansaures Eisenoxydoxydul kommt als Titaneisen, Menakanit, Iserin und Titaneisensand vor, nicht selten in Begleitung anderer Eisenerze, z. B. Magneteisen, Sphärosiderit.

g) Wolframsaures Eisenoxydul ist der Hauptbestandtheil im Wolfram, welcher außerdem wolframsaures Manganoxydul enthält.

h) Eisenoxydul mit Chromoxydul verbunden stellt den Chromeisenstein dar (s. den Art. Chrom, Bd. III. S. 485).

i) Sauerkleesaures Eisenoxydul ist gleichfalls im Mineralreiche gefunden worden (Eisenresin oder Oxalit).

k) Vom natürlichen Vorkommen des schwefelsauren Eisenoxyduls (Eisenvitriols) war oben (S. 28) die Rede.

Gewinnung des Eisens.

Das Eisen wird aus seinen Erzen durch den Schmelzprozeß entweder als Schmiedeisen oder als Roheisen dargestellt. Im letztern Falle (welcher die Regel bildet, während der erstere nur ausnahmweise Statt findet) wird durch weitere Behandlung des Roheisens dasselbe in Schmiedeisen und in Stahl umgewandelt; worüber die Artikel: Eisenhüttenkunde und Stahl das Ausführlichere enthalten.

K. Karmarsch.

Eisenbahn.

Eisenbahn oder Schienenweg (Rail way) ist eine fahrbare Kommunikationsstrecke, bei welcher die Geleise, auf welcher die Wagenräder laufen, aus ebenen eisernen Schienen hergestellt sind. Es ist bereits im Art. »Dampfwagen« angegeben worden, daß bei dieser Einrichtung der Widerstand der Räder an dem Umfange beinahe verschwindet, so daß nur der Reibungswiderstand an der Achse zu betrachten kommt, während auf gewöhnlichen Straßen jener Widerstand auf dem Boden oder an dem Radumfange sehr bedeutend ist, so daß im Mittel der Widerstand auf gemeinen Straßen zu jenem auf einer solchen Schienenbahn sich wie $^1/_{10}$: $^1/_{100}$ oder wie 10 : 1 verhält (Bd. IV. S. 97). Die Konstruktion der Eisenbahnen gehört zwar zunächst in das Gebieth

der Baukunst, deren Gegenstände nicht in den Plan dieses Werkes gehören; die Anwendung der Schienenwege ist jedoch so umfassend und mannigfach, daß eine Erörterung desjenigen, was hierin wesentlich ist, nicht übergangen werden kann.

Die Eisen- oder Schienenbahn, deren Anwendung und Ausbildung ins Große hauptsächlich in England in den letzten Jahrzehenden Statt gefunden hat, theilt sich nach der Verschiedenheit der Form der Schienen in zwei Hauptklassen, nämlich: 1) die flache Schienenbahn (Railroads), 2) die Schienenbahn mit vorstehendem Rande (Tramroads). Bei der ersteren ist die obere Fläche der Schienen, auf welcher das Rad läuft, flach oder wenig gewölbt, dagegen ist der Radkranz mit einem vorspringenden Rande oder Spurkranze an der inneren Seite versehen, um das Abgleiten des Rades von der Bahn zu verhindern. Diese Schienen heißen edge rails, Kantenschienen, weil sie eigentlich eine auf der schmalen Seite aufruhende Eisenschiene vorstellen, auf deren oberen Kante der Umfang des Rades läuft. Bei der zweiten Art, oder den Tramroads, ist der Radkranz flach, wie an gewöhnlichen Rädern, dagegen sind die Schienen mit einem vorstehenden Rande auf der innern Seite der Bahn versehen; sie heißen plate rails, flache Schienen, weil sie auf der breiten Seite aufruhende Eisenschienen vorstellen. Die Fig. 8, Taf. 62 zeigt einen Durchschnitt der Schiene bei den rail roads oder der edge rails, und die Fig. 9 den Durchschnitt der Schiene für die Tramroads oder der plate rails. Diese auf eine oder die andere Art geformten Schienen werden in der gehörigen Geleiseweite von einander gelegt, indem ihre Enden auf in die Erde gesenkten, etwa 3 Fuß von einander entfernten, Steinblöcken ruhen, auf denen sie ohne bedeutenden Zwischenraum an einander stoßen und befestiget sind. Zweckmäßig ist es, diese Steinblöcke, um ihre Unwandelbarkeit in der Erhaltung der Geleiseweite zu sichern, noch mit eisernen Querschließen zu verbinden; auch den Zwischenraum zwischen denselben nach der Länge der Bahn mit Mauerwerk auszufüllen.

Die Schienen zu den Tramroads sind von Gußeisen, haben 4 Fuß Länge, 4 Zoll Breite, und die Höhe des aufstehenden Randes beträgt 2½ Zoll. Zur größeren Festigkeit können sie

noch an der unteren Seite mit einer angegossenen Rippe versehen seyn. Die Schienen selbst sind mit viereckigen, in ihre Oberfläche versenkten schmiedeisernen Nägeln, welche in große hölzerne, in den Steinblöcken eingeschlagene Nägel eingreifen, befestigt. Das Gewicht einer solchen Schiene beträgt 65 Pfund engl. Die Tramroads werden heut zu Tage nicht mehr angelegt, außer für kleinere Strecken, auf Eisenwerken 2c. Sie haben vor den railroads wohl den Vorzug, daß der Radreif nicht mit einem Spurkranze versehen zu seyn braucht, folglich auch Wägen von der gewöhnlichen Einrichtung bei derselben Geleiseweite darauf gehen können: sie haben jedoch den Nachtheil, daß Sand und Erde sich weit mehr auf denselben ansammeln, als auf den flachen edgerails, daß eine größere Reibung des Rades an dem Seitenrande Statt findet, und für gleiche Stärke ihr Gewicht größer ist.

Zu allen größeren Eisenbahnen werden in neuerer Zeit die railroads angelegt. Die Schienen (Fig. 8) sind entweder von Guß- oder von Schmiedeeisen. Die gußeiserne Schiene hat 4 Fuß Länge, die obere Breite der Schiene ist 2½ Zoll, die Höhe in der Mitte 5 Zoll und an den Enden 3½ Zoll. Die obere Fläche ist etwas abgerundet. Die Enden dieser Schienen werden unmittelbar in gußeisernen Lagern oder Trägern (Chairs oder pedestals) befestigt, welche mit den untergelegten Steinblöcken verbunden sind. In der Fig. 10, welche den Querdurchschnitt einer solchen Verbindung zeigt, ist m die Schiene, welche mit dem schmiedeisernen Nagel n an das gußeiserne Lager befestiget ist; das letztere ist mit dem Steinblocke A durch die hölzernen Nägel o p verbunden. Die Stärke der Schienen, und sonach ihr Gewicht, hängt von dem Gewichte der Wagen ab, die darauf gehen sollen. Für die größte Belastung, wie bei Dampfwägen, erhalten sie bei 3 Fuß Länge ein Gewicht von 56 Pfund, das Lager von 6 Pfund; für geringe Belastung (vierrädrige Wagen mit 20 bis 30 Zentner) auf 4 Fuß Länge ein Gewicht von 42 Pfund, das Lager von 3 Pfund.

Die gußeisernen Schienen für railroads sind in der neueren Zeit durch die Schienen von gewalztem Eisen mehr und mehr verdrängt worden. Diese sind 15 bis 18 Fuß

lang, und liegen von 3 zu 3 Fuß auf den Trägern auf: sie haben also den Vortheil, daß weit weniger Verbindungen nöthig sind. Die Träger haben dieselbe Einrichtung, wie vorher Fig. 10, sowohl zur Verbindung der beiden Enden der ganzen Schienen, als zu ihrer Auflage an den eingezogenen Theilen, welche deßhalb mit einem Loche zum Durchstecken des Nagels versehen sind. Die Fig. 11 zeigt die Ansicht einer solchen gewalzten Schiene in der Länge zwischen zwei Trägern. Die Fig. 8 zeigt den Querschnitt dieser Schiene in der Mitte A B zwischen den zwei Auflagen. Eine andere Verbindungsart mittelst Schließkeilen, wie sie bei der Schienenbahn von Liverpool und Manchester angewendet ist, ist Taf. 63, in den Figuren 1, 2, 3, ersichtlich, wo Fig. 1 die Ansicht der Schiene, Fig. 2 ihren Querschnitt in der Mitte a b, und Fig. 3 einen Durchschnitt des Lagers mit dem Querschnitte des Endes der Schiene vorstellt, neben welchem ein Schließkeil eingezogen wird, wodurch die Schiene ihre Befestigung in dem Lager erhält.

Die schwersten Schienen dieser Art, auf denen nämlich Dampfwägen gehen, wie auf der Eisenbahn von Liverpool und Manchester, haben auf 3 Fuß Länge 35 Pf. engl. Gewicht; die gußeisernen Träger wiegen 10 Pf. Bei dem Transporte der Wägen durch Pferde kann man auf 3 Fuß Länge 28 Pf. rechnen. Die Schienen von Schmied- oder gewalztem Eisen haben ferner den Vorzug vor den gußeisernen, daß sie in der Kälte nicht spröde werden, wie die letztern, sich der Erfahrung nach weniger abnützen, und für die Bewegung der Räder einen geringern Widerstand verursachen, auch bei gleicher Stärke für die erste Anschaffung (wenigstens in England) wohlfeiler sind.

Die Stärke der Schienen wird, damit durch ihre Biegung kein unnützer Widerstand der Räder auf denselben entstehe, im Allgemeinen so genommen, daß bei Wägen mit Federn ein Viertheil, bei Wägen ohne Federn aber die Hälfte des Gewichtes in der Mitte der Schiene keine Biegung größer als 0.032 Zoll engl. hervorbringt.

Diese schmiedeisernen Schienen werden mittelst eines eigens dazu eingerichteten Walzwerkes, dessen Walzen in der Fig. 4 vorgestellt sind, in einer Hitze ausgewalzt, nachdem die dazu gehö-

rigen Stangen vorher durch die zum Puddling-frischen gehörigen Walzen (Art. Eisenhüttenkunde) gegangen sind. Die Schienen, für welche die in der Zeichnung dargestellten Walzen gerichtet sind, sind die vorher erwähnten der Bahn von Liverpool und Manchester. Der 15 Fuß lange Stab hat eine Breite von 3 Zoll, und eine Höhe von 1 3/16 Zoll. Er gelangt zuerst in den Einschnitt Nr. 1, durch den er einen trapezoidischen Querschnitt annimmt, 3 Zoll lang, 1 5/8 und 3/4 Zoll breit. Er kommt hierauf in den Einschnitt Nr. 2, wo sich ein etwas abgerundeter Kopf bildet, dann in den Einschnitt Nr. 3, wo die Abrundung zunimmt, und an der unteren Kante auf einer Seite sich eine vorstehende Leiste bildet; in Nr. 4 erhält der Kopf seine völlige Gestalt, und auch auf der andern Seite bildet sich eine vorstehende Leiste. In dem Einschnitt Nr. 5 werden die fünf Bogen gebildet, in welche die Schiene abgetheilt ist, indem die Zylinder in diesem Theile exzentrisch wirken. Da nämlich die Spannung des Bogens 1 Zoll beträgt, so wird auf der Walze, deren Achse $\alpha\beta$ ist, ein Kreis eingeschnitten, dessen Mittelpunkt b, Fig. 5, nur 1/2 Zoll von a, dem Mittelpunkte der Walze, absteht. Dadurch beträgt bei der Umdrehung der Walze die Höhe der Leere bald 3 1/2 Zoll (in der Mitte der einzelnen Schiene), bald nur 2 1/2 Zoll (am Ende derselben), so daß auf der unteren Seite der Schiene nach diesen Dimensionen die bogenförmigen Erhöhungen gebildet werden.

Da die Länge des Bogens des einzelnen Schienenstücks 36 Zoll beträgt, so muß, wenn r den Halbmesser der exzentrischen Scheibe bezeichnet, $2 r \pi = 36$ Zoll, daher $r = 5.75$ Zoll seyn. Außerdem bleibt noch zu berücksichtigen, daß zwischen den beiden Bogen der einzelnen Schienen, wo sie im Lager ruhen, noch auf eine Länge von 5 Zoll von d bis e, Fig. 1, die untere Fläche der Schiene gerade, und die Schiene nur 2 1/2 Zoll hoch seyn soll, weßhalb auf der exzentrischen Scheibe der Bogen von d bis e, Fig. 5, auf eine Länge von 5 Zoll nicht aus dem Mittelpunkte derselben b, sondern aus jenem der Walze a beschrieben werden muß. Um der Schiene noch die gehörig scharfe Gestalt zu geben, passirt dieselbe noch zuletzt durch den Einschnitt Nr. 6, welcher dem vollen Querschnitte der Schiene an der größten Breite

gleich, daher $3^1/_2$ Zoll lang ist. Auf diese Art ist eine 15 Fuß lange, aus fünf einzelnen bogenförmigen Abtheilungen bestehende Schiene hergestellt, deren Breite oben $1^5/_8$, unten $^3/_4$ Zoll, und die größte Höhe $3^1/_2$, die geringste $2^1/_2$ Zoll beträgt.

Gewöhnlich sind die Eisenbahnen nur einfach, d. i. sie bestehen nur aus einem Schienenwege, oder einer doppelten Reihe von Eisenschienen. Bei einer sehr lebhaften Kommunikation, oder wenn neben den langsamer gehenden Lastwagen noch sehr schnell gehendes Dampffuhrwerk die Bahn befährt, wird sie doppelt, nämlich mit zwei Schienenwegen oder mit einer vierfachen Reihe von Schienen angelegt, wo dann der eine Weg zum Hin-, der andere zum Zurückfahren, oder der eine für das langsamere, der andere für das schnelle Fuhrwerk dient.

Bei einfachen Bahnen sind an passenden Stellen Ausweichplätze vorhanden, damit zu gleicher Zeit Wagen auf derselben Bahn hin- und zurückfahren können. An diesen Stellen geht nämlich die einfache Bahn auf die Länge von etwa 50 Klaftern in eine doppelte über. Die Art, wie der Übergang des Wagens von der Hauptbahn in die Ausweichungsbahn, und von dieser in jene Statt findet, ist in dem Grundrisse Fig. 6, Taf. 63 ersichtlich. Die besonders geformten Schienen o, welche die Übergangsstücke bilden und aus Gußeisen bestehen, haben 2 bis $2^1/_2$ Zoll Breite, und $^6/_4$ oder $1^1/_2$ Zoll tiefe Furchen, um die Spurkränze der Räder aufzunehmen. Die Zungen oder Schienen m n und m′ n′ sind von Schmiedeisen, um einen Nagel beweglich, und sie werden an die Schienenreihe angelegt, oder davon entfernt, um den Wagen in die eine oder andere Bahn zu leiten. Bei a b bemerkt man kurze Stücke von Schienen, die mit den Hauptschienen gemeinschaftlich in demselben Lager ruhen, jedoch etwas höher liegen. Sie werden Checkrails (Leitschienen) genannt, und dienen dazu, den Übergang des Wagens von einer Bahn in die andere zu sichern. Kommt z. B. der Wagen von D F, und er soll in der Hauptbahn fortgehen, so wird die Zunge in n geöffnet und m′ n′ geschlossen, oder mit der Spitze n′ an die Bahnschiene angelegt; das Gegentheil geschieht, wenn der Wagen in die Nebenbahn eingeleitet werden soll. Auf diese Art vereinigt sich die Ausweichungsbahn auf der andern Seite wieder

mit der Hauptbahn. Bei den Tramroads haben diese Verbindungsstücke der Haupt- mit der Seitenbahn die in der Fig. 7 vorgestellte Einrichtung, wo a b die bewegliche Schiene ist. Kurze Ausweichplätze oder senkrecht auslaufende Ausästungen der Bahn, z. B. zu einem Flusse oder zu Ausladeplätzen, werden mittelst Drehscheiben ausgeführt, wie dieses in der Fig. 8, Taf. 63, dargestellt ist. Diese Drehscheiben sind starke hölzerne Scheiben, die im Mittelpunkte auf einem gußeisernen Zapfen ruhen, und am Umfange auf 4 Rollen laufen, die in gußeisernen Lagern an der Scheibe befestigt sind, und auf einer kreisrunden, mit einem eisernen Ringe beschlagenen Bahn laufen. Wenn der Wagen auf der Drehscheibe angelangt ist, so wird die Scheibe mit demselben so weit gedreht, bis deren Bahn mit jener der Seitenbahn zusammenstößt. Läuft die Seitenbahn unter irgend einem Winkel unmittelbar von der Hauptbahn ab, so ist nur eine solche Scheibe auf der Hauptbahn erforderlich.

Durchkreuzt die Eisenbahn die Ebene einer gewöhnlichen Straße, so werden die Schienen, wie auf der übrigen Bahn, auf Steinblöcken, die in der Straße versenkt sind, in den Lagern, in dem Niveau der Straße, befestigt; nur wird längs der inneren Seite der Schiene ein Falz oder eine Öffnung von 2 Zoll Tiefe und 1½ Zoll Breite für die Spurkränze der Räder gelassen, indem parallel mit der Schiene und in jener Entfernung von 1½ Zoll eine zweite Schiene eingelegt wird. Die auf diese Art gebildete Öffnung oder Rinne wird von Zeit zu Zeit von dem Straßenkothe gereinigt; sonst kann auch, um diese öftere Reinigung zu ersparen, unter der offenen Rinne und der Bahnschiene (wie auf der Bahn von Manchester und Liverpool) ein gewölbter, von Stelle zu Stelle oben offener Kanal geführt werden, in welchem sich der Unrath ansammelt, um in längeren Zwischenräumen weggeschafft zu werden.

Die im Vorigen beschriebene Art der Konstruktion der Bahnschienen ist diejenige, wie sie bisher in England zur Ausführung gekommen, auch wohl ohne Zweifel die beste und dauerhafteste, aber auch kostspieligste ist. Für einzelne Zwecke, zumahl für Bahnen, auf denen nicht sehr schwere Wägen gehen, kann man gewöhnliche flache, gewalzte, 15 Fuß lange Eisenschienen von etwa

4*

2 Zoll Breite auf $^1/_3$ Zoll Stärke anwenden, die man in einer, in den zur Unterlage dienenden Steinblöcken, ausgearbeiteten Rinne auf der hohen Kante aufstellt, und darin durch eiserne Keile gut befestiget. Auf diese Art hat Hr. Brard in Frankreich eine Strecke ausgeführt, von welcher er die Kosten auf die Hälfte jener für eine ähnliche englische Bahn berechnet. Die gehörig festen, auf der oberen Seite rauh behauenen Steinblöcke (aus Granit, Kalk- oder Sandstein) werden auf gehörig gesicherter Unterlage in der Richtung der Geleise an einander gefügt, so daß sie zwei parallele Geleisemauern bilden, die in der Spurweite von einander entfernt sind. In den in diesen Mauerbänken ausgearbeiteten Rinnen werden die Schienen nur mittelst der Keile, und auch durch einen eingegossenen Kitt so befestigt, daß ihre oberen Kanten etwa 1 Zoll über die Fläche der Steine hervorragen.

Für den Transport hin und her hat die horizontale Lage der Eisenbahn für die bewegende Kraft den größten Vortheil. Müssen jedoch durch die Bahn Anhöhen erstiegen werden, so wird es nothwendig, entweder das vorhandene Gefälle auf gehörig lange Strecken der Bahn zu vertheilen, damit die Ansteigung nicht bedeutend werde, oder die Bahn horizontal fortzuführen, und dann die Anhöhen, wie bei den Kanälen mittelst der Schleußen, durch eigene Aufzüge zu übersteigen. Die letzte Methode wird besonders dann nothwendig, wenn es durch die vorzunehmenden Abgrabungen und Ausfüllungen zu kostspielig werden würde, das vorhandene Gefälle in eine gewisse Bahnstrecke einzutheilen, oder wenn dieses Gefälle überhaupt zu bedeutend ist, als daß es mit einer gelinden Steigung in die vorhandene Strecke vertheilt werden könnte.

Was bei der Bewegung des Dampfwagens auf der steigenden Bahn zu bemerken kommt, ist bereits in dem Artikel »Dampfwagen« erwähnt worden. Hier kommt im Besondern der Pferdezug zu berücksichtigen, bei welchem weder eine gewisse Zugkraft, noch eine gewisse Geschwindigkeit überschritten werden kann (Bd. II. S. 55). Überdieß vermindert sich die Zugkraft des Pferdes, indem es aufwärts steigt, in dem Verhältnisse der Steigung.

Ist L' die Last auf der horizontalen Bahn, L die Last, welche auf der mit der Neigung $= \frac{1}{n}$ steigenden Bahn aufwärts geschafft werden soll, W das Gewicht der Wägen, auf denen diese Last fortgeschafft wird, Z die dazu erforderliche Zugkraft eines Pferdes für eine gewisse Geschwindigkeit, welche aus der Bd. II. S. 55 und 59 angegebenen Formel entnommen wird, so daß $Z = 250 \left(1 - \frac{v}{10}\right)^2$ wird, wo v die Geschwindigkeit des Pferdes bezeichnet. Das mittlere Gewicht des Zugpferdes betrage 600 Pf. engl., das Gewicht der Wägen auf diesen Bahnen beträgt im Mittel 0.3 der Last, die sich auf denselben befindet, indem ein englischer Chaldron-Wagen, der mit 55—60 Ztr. beladen ist, 15—20 Ztr. wiegt; es kann also das Wagengewicht $W = 0.3\,L$ gesetzt werden. Endlich sey $\frac{1}{u}$ die Reibung des Wagens, so ist auf der horizontalen Bahn

$$L' = Zu - W = \frac{Zu}{1.3} \quad (1)$$

und auf der mit $\frac{1}{n}$ geneigten Bahn

$$L = (Zu - W)\frac{n}{n+u} - (W + 600)\frac{u}{n+u}$$
$$= \frac{Zn - 600}{1.3} \cdot \frac{u}{n+u}. \quad (2)$$

Hieraus wird

$$n = u\,\frac{L + W + 600}{Zu - L - W} = u\,\frac{1.3\,L + 600}{Zu - 1.3\,L}. \quad (3)$$

Man kann annehmen, daß das Pferd auf der horizontalen Bahn mit 4 Fuß. W. Geschwindigkeit zieht, also mit 90.2 Pf. W. = 112 Pf. Engl. Zugkraft, und daß bei der Steigung aufwärts mit der größten nützlichen Anstrengung die halbe Geschwindigkeit Statt finde, also die Zugkraft Z = 160 Pf. W. = 200 Pf. Engl. betrage (Bd. II. S. 59). Für $Z = 112$ zieht also das Pferd auf der Ebene $= \frac{112 \times 200}{1.3} = 17230$ Pf. $= L'$. Beträgt die Steigung der Bahn $= {}^1/_{60}$, so ist nach Formel (2) für $Z = 200$, $L = \frac{8769 \times 10}{1.3} = 6738$ Pf.

Soll die Neigung der Bahn $= \frac{1}{n}$ so beschaffen seyn, daß die auf der Ebene mit Z = 112 Pf. fortgebrachte Last = L′ mit der Zugkraft = 200 Pf. von demselben Pferde aufwärts gebracht werden kann, so wird nach Formel (3) $n = 200 \times \frac{23}{17} = 270$, folglich die Neigung der Bahn $= \frac{1}{270}$. Dieses wäre also diejenige Neigung, bei welcher die auf der horizontalen Bahn fortgeführte Last noch mit der halben Geschwindigkeit von demselben Pferde, also ohne Vorspann, aufwärts geführt werden kann.

Bezeichnet N die Zahl der Pferde, welche vorgespannt werden müssen, um die auf der Ebene fortgeschaffte Last L′ die geneigte Ebene aufwärts zu führen, so wird $N = \frac{L'}{L} - 1$. (4)

Geht also in dem vorigen Beispiele die Last = 172.3 Ztr. mit der halben Geschwindigkeit die mit $^1/_{60}$ geneigte Ebene aufwärts, so wird N = 1.55, oder es sind etwas über $1^1/_2$ Vorspannpferde, oder 2 solche Pferde bei etwas vermehrter Geschwindigkeit erforderlich. Für N = 2 wird $L = \frac{L'}{3} = 5743$ Pf., folglich $n = \frac{1}{4}u = 50$; d. i. bei der Neigung der Bahn $= {}^1/_{50}$ sind 2 Vorspannpferde für die halbe Geschwindigkeit erforderlich. Wäre die Steigung der Bahn $= {}^1/_{30}$, so wird L = 3612 Pf.; sonach $N = \frac{17230}{3612} - 1 = 3.77$; oder es sind zur Aufsteigung dieser schiefen Ebene mit derselben Last 4 Vorspannpferde erforderlich.

Hieraus ergibt sich, daß, wenn dieselbe Last ohne Vorspann über die mitunter steigende Bahn geführt werden soll, wie es erwünschlich ist, keine Steigungen derselben vorkommen sollen, die bedeutend mehr als $^1/_{270}$ betragen. Wird eine größere Steigung unvermeidlich, so soll diese nur höchstens bis auf $^1/_{50}$ getrieben werden, damit die Zahl von 2 Vorspannpferden nicht überschritten werde. Diese Steigung von $^1/_{50}$ ist zugleich diejenige, bei welcher, wenn die Vorspann vermieden werden soll, das Pferd einen einzelnen Wagen, also einen Wagen um den andern, mit

seiner Last aufwärts führen kann. Denn zur Fortführung der Last = 172 Ztr. sind wenigstens drei Wagen, jeder mit 57 Ztr. beladen, erforderlich. Da nun für $\frac{1}{n} = \frac{1}{50}$, $L = \frac{1}{3} L'$ wird, so kann das Pferd über diese geneigte Ebene den dritten Theil der ganzen Ladung, also einen Wagen mit der Last aufwärts ziehen.

Wird $\frac{1}{n} = \frac{1}{u}$, so ist die Neigung der Bahn diejenige, bei welcher der Wagen, mit irgend einem Gewichte beladen, die Bahn von selbst abwärts läuft (wie das auch bei jeder stärkeren Neigung der Fall ist), so daß bei dem Transporte abwärts die Pferde, welche bis zur geneigten Ebene die Last geführt haben, nunmehr selbst in einem angehängten Beiwagen die Fahrt abwärts machen können. Für eine solche Neigung der Bahn wird für den Zug aufwärts $N = 0.13$; folglich können stärkere Pferde eine solche Bahn aufwärts die Last auch noch ohne Vorspann führen. Man kann daher für $u = 200$ die größten Steigungen der Bahn ohne Vorspann zwischen $1/_{200}$ und $1/_{270}$ nehmen.

Wird die Neigung der Bahn geringer als $\frac{1}{u}$, so ist der Pferdezug auch abwärts nöthig, und für diesen und die Last L' beträgt die Zugkraft aus Formel (2)

$$Z = 1.3 L' \left(\frac{1}{u} - \frac{1}{n}\right) + \frac{600}{n}, \quad (5)$$

$$\text{und } n = u \frac{1.3 L + 600}{1.3 L - Z u}, \quad (6)$$

wo statt $1.3 L$ auch $= Q$, oder die Last sammt Wagengewicht gesetzt werden kann, und dann

$$Q = u \frac{Z n - 600}{n - u}. \quad (7)$$

Ist die Zugkraft des Pferdes = 40 Pf. W. = 50 Pf. engl., wozu eine Geschwindigkeit von 6 Fuß gehört, so wird $n = 370$; jene Geschwindigkeit kann also bei einer Bahn von $1/_{370}$ Steigung Statt finden. Geht das Pferd diese Bahn nur mit 4 Fuß abwärts, wie auf der horizontalen Bahn, so wendet es nur die Zugkraft = 53 Pf., folglich nur $^{53}/_{112}$, oder etwa die Hälfte jener auf der ebenen Bahn an, kann also auch eine doppelt so große Last ziehen.

Für Neigungen, welche größer sind als $\frac{1}{u}$, wo also abwärts Z oder die Zugkraft negativ wird, muß der Wagen gebremset werden, um dessen Beschleunigung zu vermindern, wie das bei gemeinen Straßen durch den Hemmschuh geschieht. Da die Vorder- und Hinterräder bei diesen Bahnwägen nahe an einander stehen, so wird die Bremse zwischen beiden angebracht, wie die Fig. 9, Taf. 63, zeigt, wo durch die Niederdrückung des Hebels das eine Rad durch die eine, und das andere durch die zweite der beiden Hervorragungen gebremset wird, welche sich an dem kürzeren Arme des Hebels befinden.

Zuweilen, wie bei Bergwerken, Ziegelöfen rc., tritt der Fall ein, daß der Transport bloß die geneigte Ebene (deren Neigung geringer ist als $\frac{1}{u}$) abwärts bis zum Ausladeplatz gehen soll, so daß dann bloß die leeren Wägen mit derselben Zugkraft wieder aufwärts geschafft werden sollen, wo also ein gewisses Verhältniß zwischen dem Wagengewichte W und der Belastung L Statt finden muß.

In diesem Falle wird

$$L = \frac{2u}{n - u} W. \quad (8)$$

Ist z. B. die Neigung der Bahn oder $\frac{1}{n} = \frac{1}{300}$, und $\frac{1}{u} = \frac{1}{200}$, so wird $L = 4W$, d. h. es ist dieselbe Zugkraft (mit derselben Geschwindigkeit) erforderlich, bei der so geneigten Bahn den Wagen abwärts mit seinem vierfachen Gewichte belastet, oder aufwärts leer zu führen. Wiegt also der Wagen 10 Ztr., so kann er abwärts mit 40 Ztr. beladen werden. Für die Zugkraft = 112 Pf. wird sonach aus Formel (7) Q oder die Last sammt Wagengewicht abwärts die geneigte Ebene für ein Pferd = 660.00 Pf., welche Zahl durch 50.00 dividirt, die Zahl der Wägen = 13.2 oder zu 13 gibt. Diese 13 Wägen werden mit derselben Zugkraft wieder leer aufwärts gezogen.

Ist die Steigung der Bahn zu steil, als daß mit Vortheil noch Vorspann der Pferde Statt finden könnte, also wenn die Neigung weniger als $^1/_{50}$ beträgt (S. 54), so werden die Wägen

durch Winden mittelst eines Seiles ohne Ende die schiefe Ebene aufwärts gezogen. Diese Winden werden entweder durch feststehende Dampfmaschinen, oder durch ein Wasserrad, oder, wenn gleich am wenigsten vortheilhaft, durch einen Pferdegöpel in Bewegung gesetzt. Bei der Einrichtung dieser Mechanismen, deren Erörterung in den Art. **Winden** gehört, kann bei lebhaftem Verkehre auch die Anordnung getroffen werden, daß die aufwärts gehende Last durch die in gleicher Zeit abwärts gehende aufgezogen wird; oder daß die abwärts gehende Last ein in einem Schachte versenktes Gewicht aufzieht, durch welches dann ein aufwärts gehender Wagen wieder die schiefe Ebene herauf gezogen wird, indem das Gewicht wieder niedersinkt (**selbstwirkende schiefe Bahn oder Fläche**). Auf eine erschöpfende Art sind dergleichen Mechanismen und ihre Anwendungen von Jos. Ritt. v. **Baader** in dessen »neuem System der fortschaffenden Mechanik, München 1822,« behandelt.

Bei der Anlegung solcher Aufzüge ist es als Regel festzusetzen, daß die Zuglinie dabei so kurz als möglich werde, damit für die erste Anschaffung und für die Unterhaltung der kostspieligen Seile die Ausgabe möglichst gering werde. Man zieht daher einen kurzen, steilen Aufzug dem sanfter ansteigenden, jedoch längeren vor; und es ist daher, wenn Aufzüge angewendet werden, am besten, die Bahn horizontal, oder nahe horizontal fortzuführen, und durch den Aufzug das Gefälle auf ein Mahl einzubringen. Gesetzt die Steigung des Bodens betrage auf die Strecke von 1000 Klaftern 10 Klafter oder $^1/_{100}$, so würde man die Bahn die 1000 Klafter hiedurch mit einer Steigung von $^1/_{300}$ fortführen, durch welche $3^1/_3$ Klafter Steigung eingebracht werden; für die noch übrigen $6^2/_3$ Klafter würde eine schiefe Ebene von $133^1/_3$ Klafter Länge auf $^1/_{20}$ Steigung erforderlich seyn.

Geht bei einer Bahn der Transport hauptsächlich nur nach der einen Seite, so kann man der Bahn, selbst wenn sie horizontal laufen könnte, nach dieser Seite hin eine Neigung geben, und dann das Gefälle durch einen Aufzug ausgleichen.

Vergleichende Erfahrungen auf den Eisenbahnen in England haben gezeigt, daß die Beförderung der Lasten auf Eisenbahnen mit dem gehörigen Gefälle durch Dampfwagen wohl-

feiler sey, als die Hinaufschaffung derselben durch Aufzüge mittelst stationärer Dampfmaschinen (in dem Verhältnisse wie 5 zu 8), ja sogar als jene über selbstwirkende schiefe Flächen. Es ist daher, zumahl für Bahnen, auf denen ein lebhafter Verkehr Statt findet, und auf welchen der Transport hauptsächlich durch Dampfwagen geschehen soll, räthlich, die Anlegung der Aufzüge möglichst zu vermeiden, sondern das Gefälle auf die gehörig langen Bahnstrecken mit einer Neigung zwischen $^1/_{200}$ und $^1/_{400}$ zu vertheilen. Wird dadurch auch bei der ersten Anlage der Kostenaufwand größer, so erhält man doch eine mehr sichere und schleunige Kommunikation durch die Anwendung der hiebei so vorzüglichen Dampfwägen. Nur bei solchen Bahnen, wo der Verkehr nicht so lebhaft ist, wo also der größere erste Aufwand durch die Anlegung von Stollen und Dämmen, um die Anhöhen zu durchfahren und Abgründe auszufüllen, in der Benutzung der Bahn nicht gedeckt seyn würde, ist es vortheilhaft, an geeigneten Stellen Aufzüge anzubringen. Bei der Vertheilung der geneigten Ebenen in der Bahn ist es zweckmäßig, die Neigung an dem unteren Ende allmählich zu vermindern, so daß sie sanft in die horizontale Linie übergeht.

Bei der Anlegung der Bahn ist es ferner eine wesentliche Bedingung, alle scharfen Krümmungen zu vermeiden. Da nämlich die Räder der Bahnwägen auf einer gemeinschaftlichen Achse festgekeilt sind (Bd. II. S. 82), sonach bei der Krümmung das äußere Rad, wie es seyn sollte, nicht schneller laufen kann als das innere, so entsteht ein Schleifen, wodurch die Reibung, und in derselben Größe die Zugkraft, und zwar im verkehrten Verhältnisse des Durchmessers der Krümmung, vermehrt wird. Diese Reibung wird für dieselbe Krümmung um so größer, je länger der Wagen ist, und je größer die Zahl der Wägen, welche an einander gehängt von derselben Zugkraft vorwärts gebracht werden.

Dieses Hinderniß wird vermindert durch die Kürze des Bahnwagens, im Verhältnisse zur Entfernung der Schienen oder der Geleisweite, wodurch die Wendung desselben in den Krümmungen erleichtert wird. So beträgt bei den englischen Bahnwägen bei der Geleisweite im Lichten der Schienen von 4 Fuß

6 Zoll die Entfernung der beiden Radachsen nur 3 Fuß 3 Zoll, bei einem Raddurchmesser von 3 Fuß. Ferner dadurch, daß dem Radkranze eine etwas konische Form gegeben, und die Bahnschiene selbst oben etwas abgerundet wird. Jene konische Form des Kranzes bewirkt zugleich, daß die Räder eine Tendenz erhalten, gegen die Mitte der Bahn von der Schiene abzugleiten, wodurch sie auf den Schienen so laufen, daß der Spurkranz von der Kante der Schiene entfernt bleibt, und sich weniger an derselben reibt. Durch diese konische Beschaffenheit des Radkranzes ändert sich der Halbmesser des Rades, indem es mehr oder weniger von der Schiene abgleitet, wodurch dann in der Krümmung die Reibung vermindert wird. Beträgt z. B. die Verjüngung des Kranzes = $^1/_2$ Zoll auf 30 Zoll Durchmesser des Rades, so kann das Rad auf der innern Schiene auf einem Durchmesser von $29^5/_8$ Zoll, und auf der äußern Schiene auf einem Durchmesser von $29^7/_8$ Zoll sich bewegen; und in diesem Verhältnisse (237 : 239) können auch die Halbmesser der krummen Bahnen stehen; folglich wird für die Geleisweite = $4^1/_2$ Fuß, der Krümmungshalbmesser der innern Bahn, bei welcher keine besondere Reibung wegen jener konischen Gestalt mehr entstehen wird, = $533^1/_4$ Fuß betragen. Um ferner das Abgleiten des Wagens an der äußern Schiene gegen die innere zu erleichtern, werden die Schienen an der Außenseite der Krümmungen immer höher als an der innern Seite gelegt, welche Erhöhung bei den schärfesten Krümmungen, deren Halbmesser beiläufig 40 Klafter ist, für die Geleisweite von $4^1/_2$ Fuß 4 bis 5 Zoll beträgt. Dadurch wird zugleich die Wirkung der Schwungkraft aufgehoben, durch welche der Wagen bei schneller Bewegung nach auswärts getrieben würde.

Da indessen durch diese Einrichtungen des Radkranzes bei schärferen Krümmungen der entstehende Widerstand nur zum Theil vermieden, auch der Nachtheil damit verbunden ist, daß der Kranz nur mit einer kleinen Fläche auf der Schiene läuft, wodurch die Abnützung befördert wird; so ist es bei starken Krümmungen des Weges, und wenn das Fuhrwerk nicht mit großer Geschwindigkeit geht, vorzuziehen, die Bahn in gerader Linie fortzuführen, und da, wo die Bahnlinie sich brechen soll, die be-

reits oben erwähnten Drehscheiben anzubringen, mittelst welcher in geraden gebrochenen Linien jede Krümmung des Weges umfahren werden kann. Außerdem gibt man dem Wagen selbst eine solche Einrichtung, daß das Langwied, durch welches die Verbindung der beiden Radachsen hergestellt wird, oder das Wagengerüste, welches dessen Stelle vertritt, in der Mitte seiner Länge getrennt, und hier mittelst eines Zapfens oder Schlüssels beweglich ist, so daß die Stellung der Achse der Hinterräder von jener der vordern Achse unabhängig wird, wodurch letztere zum Behufe der Leichtigkeit der Wendung sich mit der erstern nach Maßgabe der Bahnkrümmung in einen Winkel stellt. Am vollständigsten endlich wird der in der Krümmung entstehende Widerstand beseitigt, wenn jedes Rad mit seiner eigenen Achse auf gewöhnliche Weise versehen wird. Bei Dampfwägen müßte dieses (wie solches auch in dem Fig. 6, Taf. 62, dargestellten Dampfwagen, Bd. IV. S. 101, angegeben ist) in der Art geschehen, daß jedes Rad entweder, wie in Fig. 13, Taf. 61, mittelst der Scheibe p, oder auch mittelst der Vorrichtung des Sperrkegels von der gemeinschaftlichen Welle, die durch die Maschine umgedreht wird, ausgelöst werden kann, so daß es beim Eintritte der Krümmung seinen Lauf unabhängig von dem andern Rade, welches durch die Welle gedreht wird, machen kann. Diese Auslösung müßte bei demjenigen Rade Statt finden, welchem in der Krümmung die geringere Geschwindigkeit zugehört. Bei dieser Einrichtung kann dann die Bahn ohne Nachtheil in jeder Krümmung angelegt seyn, und die gewöhnliche oder bisher gebräuchliche Einrichtung der englischen Dampfwägen, bei welcher die Räder auf derselben Achse festgekeilt sind, ist noch als eine Unvollkommenheit anzusehen.

Was die Einrichtung der Transportwägen betrifft, welche auf den Eisenbahnen gehen, so gilt rücksichtlich der Räder hier dasselbe, was schon früher in dem Artikel »Dampfwagen« deßhalb bemerkt worden. An den englischen Wägen dieser Art sind diese Räder gewöhnlich aus Gußeisen, und mittelst des Schalengusses an der Oberfläche gehärtet, indem in die Sandform ein nach der Form des Kranzes genau ausgedrehter, einige Zoll dicker gußeiserner, mit Öhl bestrichener Ring eingelegt ist, an dessen Fläche

das eingegossene Roheisen schnell sich abkühlt, und dadurch grell und hart wird. Diese Räder haben nur 30 bis 36 Zoll Durchmesser; sie sind sehr dem Springen ausgesetzt (was man durch eine schlangenförmige Form der Speichen zu vermindern suchte), und bedürfen häufiger Reparatur, um so mehr, je härter sie gegossen sind. Indem man diese gußeisernen Räder nach und nach beseitigt, und statt derselben Räder mit Speichen von Schmiedeisen nach der bereits im vierten Bande, S. 87, angegebenen Einrichtung von einem Durchmesser von 5 Fuß und darüber einführt, wird die Konstruktion dieser Bahnwagen sich wesentlich verbessern, da die Größe der Reibung oder der Zugkraft von dem Durchmesser der Räder abhängt. Auch in den Bahnkrümmungen haben die größeren Räder einen Vorzug vor den kleineren.

Übrigens ist für diese Bahnwagen das Eisen als Material keineswegs eine nothwendige Bedingung, sondern die Räder zu denselben können auch, wie die gemeinen Wagenräder, ganz aus Holz hergestellt, und mit dem mit dem Spurkranze versehenen eisernen Reife umgeben werden. Wenn man bedenkt, wie viel solche Räder bei gewöhnlichen Lastwagen, auf schlechten Straßen den härtesten Stößen und Seitendrücken ausgesetzt, auszuhalten vermögen (was eiserne Räder schwerlich zu leisten im Stande wären), so läßt sich deren Anwendbarkeit für die Bahnwägen auf einen Durchmesser von 5 Fuß und darüber nicht bezweifeln.

Die Art, wie die an den Rädern festgekeilte Radachse in den Pfannen oder Lagern läuft, welche auf derselben ruhen, ist aus den hieher gehörigen Figuren der Taf. 61 und 62 ersichtlich, und darüber bereits Bd. IV. S. 87 ein Näheres bemerkt worden. Wesentlich ist die Einrichtung, daß diesen Lagern eine solche Gestalt gegeben werde, daß sie eine hinlängliche Menge Öhl oder flüssige Schmiere zu fassen im Stande sind, die allmählich die Achse benetzt. Zu diesem Ende ist der obere Theil derselben in der Form eines viereckigen, als Öhlbehälter dienenden Gefäßes ausgehöhlt, dessen Boden über der Achse, auf welcher er ruht, mit zwei Löchern von etwa 4 Linien Durchmesser durchbohrt ist, in welche so weit zusammengedrehte Baumwolldochte gesteckt werden, daß das Öhl langsam durch dieselben durchgeht, und so die Achse stets befeuchtet erhält.

Da der Widerstand des Fuhrwerks auf der Eisenbahn nur der zehnte Theil desjenigen auf einer ebenen gut chaussirten Straße ist, folglich ein Pferd auf derselben eine zehn Mahl so große Last unter denselben Umständen führen kann, als auf der letzteren (S. 45); so erhellen hieraus schon von selbst die großen Vortheile solcher Bahnen unter den gehörigen Umständen, wenn nämlich die Schwierigkeiten des Terrains nicht so groß sind, daß durch die bedeutenden Abgrabungen und Ausfüllungen, Führung von Dämmen oder Stollen, Übersetzung von Flüssen durch Brücken u. s. w. die ersten Kosten der Anlage so bedeutend werden, daß die Erleichterung des Transports durch die Verzinsung des hohen Anlagkapitals in Vergleich des zu verführenden Waarenquantums wieder aufgehoben wird. Es lassen sich daher auch für die Kosten und die Vortheile einer solchen Bahn für den gewöhnlichen Transport keine allgemeinen Anhaltspunkte geben, da hier alles von den Lokalumständen abhängt, nach welchen sich nur allein Überschläge von der nöthigen Genauigkeit verfassen lassen.

Im Allgemeinen und bei nicht besonders schwierigen Terrainverhältnissen kann man die Herstellungskosten einer einfachen Eisenbahn nach englischer Art für eine deutsche Meile (4000 Klft. Wien.) auf 100,000 fl. C. M. anschlagen, folglich die doppelte Bahn nahe doppelt so hoch. Sind große Ausgrabungen, Andämmungen und Brückenbauten erforderlich, so können die Kosten noch bedeutend höher steigen. Die jährlichen Unterhaltungskosten sind geringer, als die einer gewöhnlichen chaussirten Straße.

Wenn die Schnelligkeit der Kommunikation hauptsächlich in Betracht kommt, und die Bahn für Dampfwägen eingerichtet wird; so können weder die gemeinen Straßen, noch selbst die Schifffahrtskanäle mit den Eisenbahnen in Vergleichung kommen, weil die Leistungen, die auf diesen hervorgebracht werden können, auf jenen an und für sich unmöglich sind. Die Schnelligkeit der Dampfwägen kann nämlich auf der horizontalen Bahn ohne Schwierigkeit und Gefahr bis zu einer Geschwindigkeit von fünf deutschen Meilen in der Stunde gebracht werden, eine Beschleunigung der Kommunikation, durch welche für das öffentliche und Geschäftsleben noch nicht zu berechnende Vortheile sich ergeben können. Die Anwendung der Dampfwägen selbst ist in der

That dasjenige Hülfsmittel, welches die Vortheile und Benützungsweisen der Eisenbahnen erst auf die höchste Stufe zu bringen im Stande ist, da mit denselben durch die bereits früher (Bd. IV. S. 91) angegebenen Hülfsmittel auch die stärker geneigten Ebenen ohne Vorspann und Aufzugsmaschinen überstiegen werden können.

Die nähere Vergleichung des Pferdezuges mit dem Dampfwagen für jene Geschwindigkeiten, welche mit dem Pferdezuge noch erreichbar sind, ergibt sich auf folgende Weise. Die Zugkraft des Pferdes für eine gewisse Geschwindigkeit $= v$ ergibt sich aus der Formel $Z = 250 \left(1 - \frac{v}{10}\right)^2$ (Bd. II. S. 59). Mit dieser Zugkraft kann von dem Pferde in einem Tage ein bestimmter Weg durchlaufen werden, welcher für $v = 2'$ auf 5 Meilen $= 20000$ Klafter anzunehmen ist, und auch für die größeren Geschwindigkeiten derselbe seyn würde, wenn nicht durch eben diese die Muskelkraft schon aus dem Grunde verhältnißmäßig mehr erschöpft würde, weil für größere Geschwindigkeiten in der Regel leichtere, also auch schwächere Pferde gebraucht werden müssen. Aus mehreren an Postkutschen in der Gegend von Liverpool und London angestellten Beobachtungen ergibt sich, daß wenn die Pferde mit einer Geschwindigkeit von 2 Meilen engl. in der Stunde mit der zugehörigen Last gehen, sie in einem Tage 20 Meilen engl. zurücklegen, 16 Meilen bei der Geschwindigkeit von 6 Meilen, und 12 Meilen bei der Geschwindigkeit von 10 Meilen in einer Stunde. Die in einem Tage durchlaufenen Wege nehmen also mit denselben Differenzen ab, als die für eine Stunde genommenen Geschwindigkeiten zunehmen. Ist sonach, wie in der obigen Formel, v die Geschwindigkeit in Fußen für eine Sekunde, und der für $v = 2'$ in einem Tage zurückgelegte Weg $= 120000$ Fuß, so ist der mit irgend einer größeren Geschwindigkeit in einem Tage zurückgelegte Weg

$$s = 120000 - 3600\,(v - 2),$$

folglich ist die von einem Pferde in einem Tage auf der Eisenbahn geleistete Wirkung

$$W = Z\,u\,[120000 - 3600\,(v - 2)],$$

wo Z den für die Geschwindigkeit v aus der obigen Formel be-

rechneten Werth hat, und u = 200 (Bd. IV. S. 92) für die Eisenbahn genommen werden kann; oder Z u ist die Last, welche von dem Pferde bei der Geschwindigkeit = v in einem Tage auf die Entfernung = s fortgeschafft wird.

Ist Q das Gewicht der Maschine des Dampfwagens, so ist das Moment der dieselbe Wirkung leistenden Dampfmaschine für die Geschwindigkeit v in Pferdeskräften

$$W' = \frac{\left(Z + \frac{Q}{u}\right)}{425} v = \frac{\frac{4}{3} Z v}{425}$$

da die Last, welche der Dampfwagen zieht, wenigstens drei Mahl so groß ist, als das Gewicht des Dampfwagens, folglich für $Q = \frac{u Z}{3}$ gesetzt werden kann, und die Zahl 425 das Maß der Pferdeskraft ausdrückt (Bd. III. S. 661).

Dieser Dampfwagen durchläuft den Raum s in $\frac{s}{v}$ Sekunden oder in $\frac{s}{3600 v}$ Stunden. Werden für denselben auf die Stunde und die Pferdeskraft = 15 Pf. Koaks gerechnet (Bd. IV. S. 96), so ist also der Verbrauch an Koaks zur Zurücklegung dieses Weges in Pfunden

$$k = \frac{15 \times \frac{4}{3} Z}{425} \frac{s}{3600} = \frac{Z s}{76500}$$

welche sich also der Leistung von einem Pferde im Zuge gleich stellen, d. h. der Dampfwagen verbraucht auf die Länge des Weges = s an Koaks = k Pfunde, um dasselbe zu leisten, als ein Pferd im Zuge bei derselben Geschwindigkeit auf dieselbe Länge des Weges.

Werden hiernach die Werthe von Z aus der obigen Formel (Bd. II. S. 55 u. 59) genommen; so ergeben sich für verschiedene Werthe von v die nachstehenden Werthe von k in Pfd. Koaks:

für	v = 2,	k = 252.2	Pfund
»	v = 3,	k = 186.3	»
»	v = 4,	k = 133.0	»
»	v = 5,	k = 89.2	»
»	v = 6,	k = 52.5	»
»	v = 7,	k = 30.0	»
»	v = 8,	k = 12.6	»

Es ergibt sich hieraus, daß, wenn die täglichen Unterhaltungskosten eines Pferdes weniger betragen, als der Preis von $2^1/_2$ Zentner Koaks oder eines andern äquivalenten Brennmaterials, für sehr geringe Geschwindigkeiten kein Vortheil im Dampfzuge sich ergebe, daß aber der Gewinn bei dem Dampfwagen gegen den Pferdezug in den größeren Geschwindigkeiten in einem sehr starken Verhältnisse zunehme. Nimmt man z. B. an, daß bei $v = 2'$ die Kosten des Pferdezuges jenen durch Dampfwägen gleich seyen; so wird bei der Geschwindigkeit von 4 Fuß in einer Sekunde der Dampfzug schon beinahe um die Hälfte, und bei der Geschwindigkeit von 8 Fuß in der Sekunde nahe zwanzig Mahl wohlfeiler als der Zug durch Pferde. In noch höheren Geschwindigkeiten, bei welchen das Pferd keine, oder nur unbedeutende Zugkraft mehr ausüben kann, werden die Vortheile des Dampfwagens gegen den Pferdezug unvergleichlich größer. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Dampfmaschine des Tags wenigstens zehn Stunden arbeiten soll, folglich um bei den für den Pferdezug noch möglichen Geschwindigkeiten gleiche Leistung in einem Tage durch Pferde zu erhalten, ein Wechseln derselben, und zwar $= \frac{10 \times 3600\ v}{s}$ Mahl, Statt finden müsse; z. B. zwei Mahl bei der Geschwindigkeit $v = 6'$; wodurch ein verhältnißmäßig vergrößertes Anlagekapital erforderlich wird.

Auch abgesehen von dem Gewinne, welcher durch die Schnelligkeit des Transportes an und für sich erzielt wird, wird daher die Anwendung der Dampfwägen auf den Eisenbahnen in ökonomischer Rücksicht um so vortheilhafter, eine je größere Geschwindigkeit ihnen gegeben wird, und in der Regel soll ihre Geschwindigkeit wenigstens so groß oder noch größer seyn, als die größtmögliche, welche von Pferden geleistet werden kann.

Es braucht daher kaum einer Erinnerung, daß, wenn eine Eisenbahn mit Dampfwägen befahren wird, der Zug mit Pferden auf derselben nicht wohl Statt finden könne oder dürfe, und daß, wenn die größte Ökonomie erhalten werden soll, die Handelsgüter mit derselben Geschwindigkeit zu transportiren sind, als die Reisenden; so daß in den, einem Dampffuhrwerke an-

gehängten Wägen sowohl Güter als Reisende zugleich fortgeschafft werden.

Da übrigens, wie in dem Art. »Dampfmaschine« näher nachgewiesen worden ist, Maschinen unter 10 Pferdeskräften einen verhältnißmäßig größern Aufwand an Brennmaterial erfordern, so sollen diese Maschinen auch nicht wohl mit geringerer Kraft angelegt, und es soll ihnen dann für eine bestimmte Geschwindigkeit diejenige Last angehängt werden, welche sie fortzuschäffen im Stande sind, weil der Nutzeffekt geringer wird, wenn die Dampfmaschine nicht mit ihrer vollen Kraft arbeitet. Z. B. der Durchmesser der Räder des Dampfwagens und jener des angehängten Lastfuhrwerks sey derselbe und (Bd. IV. S. 80) $\frac{r}{R} = \frac{1}{25}$, Q oder das Gewicht des Dampfwagens = 8000 Pf. engl., die Geschwindigkeit sey = 20′ engl. in einer Sekunde = C; so ist die angehängte Last

$$Q' = \frac{250\ W}{C} - Q.$$

Für 10 Pferdeskräfte oder W = 5500 Pfund, wird also Q′ = 60750 Pfund. Würde diese Dampfmaschine nur mit der halben Kraft betrieben werden; so wäre Q′ = 26375 Pfund.

Vergleicht man den Pferdezug auf der Eisenbahn mit jenem auf einem Schiffahrtskanale, so ergibt sich schon aus dem Umstande, weil bei dem Kanale der Widerstand mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, während auf der Eisenbahn die Geschwindigkeit den Widerstand nicht vermehrt (Bd. IV. S. 79), daß hier eine Konkurrenz in der ökonomischen Wirkung nur bei den geringsten Geschwindigkeiten des Pferdes Statt finden könne. Legt man als mittleres Erfahrungsresultat das Verhältniß zum Grunde, daß auf dem Kanal das Maximum des Nutzeffektes, nämlich bei der geringen Geschwindigkeit, für ein Pferd in einem Tage 480 Tonnen auf eine Meile engl., bei der Eisenbahn aber 160 Tonnen auf eine Meile betrage; so stellt folgende von Wood gegebene Tabelle die relativen Leistungen bei höheren Geschwindigkeiten dar.

Geschwindigkeit in Meilen in 1 Stunde.	Nutzlast in Tonnen.	Entfernung in Meilen.	Nutzeffekt auf 1 Meile in Tonnen.	Zahl der Pferde auf		Verhältniß der Leistung.
				dem Kanal.	d. Eisenbahn.	
2½	24	20	480	1.	3.	1 : 0.33
3	24	20	480	3.4	4.5	1 : 0.75
4	24	20	480	8.2	6.3	1 : 1.3
5	24	20	480	18.	8.7	1 : 2.7
6	24	20	480	31.8	10.6	1 : 3.
7	24	20	480	53.6	13.	1 : 4.1
8	24	20	480	85 6	16.	1 : 5.3

Wenn also die Geschwindigkeit nur beiläufig 2 Meilen engl. in einer Stunde beträgt, so ist die Quantität der Güter, die ein Pferd auf einem Kanale fortschaffen kann, drei Mahl so groß als jene, die das Pferd auf der Eisenbahn führt. Bei einer Geschwindigkeit von beiläufig 3½ Meilen in einer Stunde werden beide Leistungen gleich; bei höheren Geschwindigkeiten aber wird das Mißverhältniß zwischen der Leistung auf dem Kanale und jener auf der Eisenbahn immer größer; so daß bei der Geschwindigkeit von 8 Meilen engl. in einer Stunde das Pferd auf der Eisenbahn mehr als fünf Mahl so viel leistet, als auf dem Kanale.

Will man die Fahrt auf einem Schifffahrtskanale mit jener auf der Eisenbahn durch Dampfwägen vergleichen, so ergibt sich hier ebenfalls aus dem Umstande, daß das Pferd bei einer geringen Geschwindigkeit von 2 bis 3 Fuß die größte Zugkraft äußert, mit der Vermehrung der Geschwindigkeit aber nicht nur jene abnimmt, sondern auch der Widerstand auf dem Kanale wie das Quadrat der Geschwindigkeit wächst, daß wenn nicht besondere Umstände in der Kostspieligkeit der ersten Anlage und in der Unterhaltung eintreten, der Kanal mit der Eisenbahn nur bei der geringsten Geschwindigkeit des Zuges, folglich nur bei einer unvollständigen Benützung der Eigenschaften des Dampfwagens konkurriren könne. Herr Wood gibt folgende Tabelle über die relative Leistung der Pferde beim Zuge von Booten auf einem Kanale und jene der Dampfwagen auf der Eisenbahn.

A ist die Geschwindigkeit in engl. Meilen in einer Stunde;
B die fortgeschaffte Nutzlast in Tonnen;
C Distanz in Meilen, welche das Pferd in einem Tage zurücklegt;
D Zeit in Stunden, welche die Pferde brauchen, um die Distanz C mit der Geschwindigkeit A zurückzulegen;
E Zahl der Pferde, um die Leistung auf einem Kanale zu bewirken;
F Distanz in Meilen, welche ein Dampfwagen auf einer Eisenbahn in der Zeit der Kolumne D zurücklegt, 15 Meilen engl. auf die Stunde gerechnet;
G Verhältniß der Distanz, die in derselben Zeit durch den Dampfwagen auf einer Eisenbahn und durch Pferde beim Zuge auf dem Kanale zurückgelegt wird;
H Verhältniß der Wirkung von Pferden auf dem Kanale und von Dampfwagen auf der Eisenbahn in der Zeit der Kolumne D.

A	B	C	D	E	F	G	H
$2\frac{1}{2}$	24	20	8	1.	120	6 : 1	1 : 6
3	24	20	$6\frac{2}{3}$	3.4	100	5 : 1	1 : 17
4	24	20	5	8.2	75	$3\frac{3}{4}$: 1	1 : 30
5	24	20	4	18.	60	3 : 1	1 : 54
6	24	20	$3\frac{1}{3}$	31.8	50	$2\frac{1}{2}$: 1	1 : 80
7	24	20	$2\frac{6}{7}$	53.6	$42\frac{6}{7}$	$2\frac{1}{4}$: 1	1 : 120
8	24	20	$2\frac{1}{2}$	85.6	$37\frac{1}{2}$	$1\frac{8}{9}$: 1	1 : 175

Auch für temporären Gebrauch, z. B. bei der Ausführung von Bauten für die Zufuhr der Materialien, und für Fortschaffung von Lasten auf kurze Strecken sind die Eisenbahnen von vorzüglichem Nutzen. In diesen Fällen kann auch die von Palmer angegebene Eisenbahn gebraucht werden, welche aus einem einzigen Schienengeleise besteht, auf welchem die in der Mitte der Radachsen befindlichen Räder laufen, indem der Wagen selbst durch die auf beiden Seiten niederhängende Last äquilibrirt ist.

Die Fig. 10, Taf. 63 zeigt einen Durchschnitt dieser Vorrichtung mit dem beladenen Wagen. Die Bahnschienen liegen auf eingerammten Pflöcken. Das Pferd geht zur Seite und zieht an einem langen Seile. Da bei dieser Konstruktion das Niveau der Bahn durch die verschiedene Höhe der Pflöcke oder des Untergerüstes hergestellt werden soll, damit die nivellirte Anlegung der Straßenbahn erspart werde; so kann die Anwendung derselben nur bei ziemlich ebenem Boden brauchbar seyn, da bei einer bedeutenden Ungleichheit des Terrains der nöthige solide Unterbau und dessen Erhaltung mehr kosten würde, als die Herstellung einer gewöhnlichen Eisenbahn. Man hat daher von dieser Konstruktionsart, die übrigens die Anwendung der Dampfwägen nicht zuläßt, im Großen keinen Gebrauch gemacht. Zweckmäßiger als diese Konstruktion scheint die von R. v. Baader (s. das oben angeführte Werk) angegebene Einrichtung zu seyn, nach welcher die zusammengehörigen zwei parallelen Bahnschienen in der Länge von 3 Fuß und in der Geleiseweite von 18 Zoll aus einem Stücke gegossen werden. Damit auf dieser schmalen Bahn das Umwerfen des gleichfalls in der Belastung äquilibrirten Wagens nicht Statt finden könne, sind an jeder Achse horizontale Rollen befestigt, welche auf der Seite der Bahnschienen laufen. Eine solche Einrichtung ist in den Fig. 11 und 12, Taf. 63 vorgestellt, wo der Wagen zugleich auf die oben S. 60, angegebene Weise eingerichtet ist, um die leichteren Wendungen in den Krümmungen der Bahn zu machen. Der obere Theil der Räder läuft in einer in dem Kasten angebrachten Verkleidung.

Surrogate der Eisenbahnen sind die nach demselben Prinzipe angelegten Bahnen von Holz oder von Stein. Bahnen von Holz aus viereckigen Balken zusammengesetzt, die auf den gehörig befestigten Unterlagen von Holz oder Stein aufruhen, zu welcher Gattung die schon lange in den Bergwerken im Gebrauche gewesene Hundefahrt gehört (da der kleine Karren, der auf diesen Bahnen fortgeschoben wird, den Nahmen Hund führt), sind zweckmäßig bei einem nur vorübergehenden Geschäfte der Transportirung, wie bei Bauführungen: der Kranz der Räder muß jedoch in diesem Falle, je nach der Größe der Last, eine hinlängliche Breite haben, damit die Holzfasern nicht zu sehr zusam-

mengedrückt werden. Für längere Strecken und für längere Dauer belegt man diese Balken mit flachen Schienen von Schmiedeisen, die auf das Holz aufgenagelt werden. Diese Konstruktionsart verdient jedoch nur in solchen Gegenden Empfehlung, wo das Holz so wohlfeil ist, daß die öfters nöthige Auswechslung der Balken nur geringe Kosten verursacht. Da bei einer solchen Bahn die Eisenschienen nicht stark genug sind, um dem Eindrucke des darüber gehenden Rades zu widerstehen, das elastische Holz aber der Biegung dieser Schienen nachgibt; so ist bei derselben ein größerer Widerstand vorhanden, als bei massiven Schienen von Guß- oder Schmiedeisen.

Die Steinbahn kann da, wo die Beischaffung von hinreichend harten Steinblöcken nicht zu kostspielig ist, auf chaussirten oder ohnehin schon gepflasterten Straßen, deren Niveau keine bedeutenden Ungleichheiten darbiethet, mit Vortheil statt einer Eisenbahn angelegt werden. Die auf der Straße auf festem Grunde einzulegenden Quaderstücke oder Steinblöcke sind auf der obern Fläche mit einem etwa einen Zoll tiefen ebenen Geleise, dem zum nöthigen Spielraum für die Spurweiten der Wägen eine Breite von 8 Zoll gegeben werden kann, versehen, deren nöthige Reinhaltung von den Wegarbeitern zu besorgen ist.

Ausführlichere Nachrichten über die schon bestehenden Eisenbahnen enthalten die englischen Schriften von Tredgold: a practical treatise on railroads etc. London 1825; und Mich. Wood a pract. treat. on railroads and interior communication in general. 2d edit. Lond. 1832. R. v. Gerstner's Handbuch der Mechanik. Prag 1831. I. Bd. S. 603 ꝛc.; v. Oeynhausen und v. Decken, über Schienenwege in England, in den Verhandl. des Vereins zur Bef. des Gewerbsf. in Preußen. 8. Jahrg. S. 40 ꝛc.

Der Herausgeber.

Eisengießerei.

Das Gußeisen (Roheisen), dessen Darstellung in dem nachfolgenden Artikel beschrieben wird, besteht im Wesentlichen aus Eisen und Kohlenstoff, und zwar ist der erstere Bestandtheil der Menge nach der bei weitem überwiegende, da er mindestens 95 Przt.

des Ganzen ausmacht (S. 6). Der Kohlenstoff befindet sich darin entweder völlig mit dem Eisen zu einer homogenen Masse verbunden, oder er erscheint theilweise rein als Graphit aus dieser Masse ausgeschieden, und liegt nur mechanisch in ihr eingeschlossen. Sowohl seine absolute Menge im Gußeisen, als auch diese relative Vertheilung in chemisch und mechanisch verbundene Kohle fallen wegen des geringen Kohlengehalts im Eisen zwar in enge Gränzen, nichts desto weniger aber haben diese geringen Abweichungen doch einen sehr entschiedenen Einfluß auf die Natur des Produkts. Außer dem Kohlenstoff enthält das Gußeisen auch immer noch andere Beimengungen, die zwar mehr als zufällig zu betrachten sind, aber doch schwer vermieden werden können; es sind dieß Schwefel, Phosphor, Mangan, Silicium, Alumium u. s. w. Sie alle, obwohl sie nur in höchst geringer Menge in das Gußeisen eingehen, haben wesentlichen Einfluß auf die Eigenschaften desselben. — Diese mannigfachen Modifikationen, die durch diese Beimengungen erzeugt werden, die man meist erst aus dem Verhalten des Eisens beim Gusse und nach demselben bemerkt, und die selbst, wenn man sie schon vorher sieht, nicht immer ausgeglichen werden können, machen die Behandlung des Gußeisens viel schwieriger als die der andern Metalle, bei denen man immer auf dieselben Eigenschaften mit Bestimmtheit rechnen kann, indem fremde Beimengungen hier seltner vorkommen und in geringer Menge bei ihnen wenig störend einwirken. Dagegen aber wird das Gußeisen eben durch die verschiedenen Modifikationen, die es annehmen kann, einer Mannigfachheit und Vielseitigkeit der Anwendung fähig, die jedem andern Metalle abgeht, und die es zu dem wichtigsten Materiale der neueren Technik gemacht hat. Leider besitzen wir noch nicht hinreichende Sicherheit in den Prozeduren, um die Extreme oder auch nur bestimmte Grade der verschiedenen Eigenschaften, wie sie für einzelne Gußartikel wünschenswerth wären, immer mit Gewißheit hervorzubringen, so daß wir besonders bei Gußstücken, wo es mehr auf die Eigenschaften als Form ankommt, noch zu sehr dem Ungefähr hingegeben sind. Am meisten zeigen sich diese Schwierigkeiten beim Gusse von Geschützen, von denen man die höchste Zuverlässigkeit fordert, und wo leider unter den besten doch mitten inne

oft ein sehr schlechtes vorkommt. Allerdings werden hier auch die am schwersten zu erfüllenden Forderungen gemacht, das Produkt soll hart, kohärent und elastisch im hohen Grade seyn. Wir haben aus diesem Grunde auf diesen Gegenstand hier ein besonderes Augenmerk gerichtet, indem er in Bezug auf die Eigenschaften des Eisens und die Genauigkeit und Sicherheit des Gießverfahrens als die schwierigste Aufgabe für die Eisenhütten gelten kann.

Über den Einfluß der Menge und der Art der Verbindung des Kohlenstoffs auf das Gußeisen haben wir ziemlich begründete Muthmaßungen, jedoch fehlt es noch an bestimmter Kenntniß; eben so ist die Einwirkung von Schwefel, Phosphor und Mangan noch nicht mit genügender Sicherheit ermittelt, und von der der Erdmetalle weiß man noch so gut als nichts.

Die Art der Verbindung des Kohlenstoffs gibt zwei Hauptklassen des Roheisens; die erste ist ein homogenes Kohleneisen (weißes), die zweite hat ausgeschiedenen Graphit (graues). Die Menge der Ausscheidung bedingt in dieser zweiten Klasse vielfache Unterabtheilungen.

Die erste Hauptgattung ist silberweiß, krystallinisch und spröde. Dieses Eisen wird schwer dünnflüssig, füllt die Formen schlecht, und zieht sich beim Erkalten schief; in dünne Stücke gegossen springt es beim Erstarren von selbst. Diese Gattung ist daher nicht wohl unmittelbar zum Gusse zu brauchen. Sie kann auf zwei Arten entstehen, entweder nämlich bei einem stark mit Erz, besonders manganhaltigem, besetztem Ofengange; dann ist sie höchstens als Gattirung zum grauen beim Umschmelzen zuzusetzen, — oder aber sie ist entstanden durch zu schnelles Erstarren des grauen Eisens, dann wird sie durch Umschmelzen und langsames Erkalten wieder grau und gleich brauchbar mit dem gewöhnlichen grauen (S. 8).

Die zweite Gattung, das graue Gußeisen, ist sichtlich ein mechanisches Gemenge; bei einigen Abstufungen desselben kann man die beiden einzelnen Gemengtheile mit bloßem Auge deutlich unterscheiden, ja man kann jeden der beiden für sich darstellen. Die Grundmasse bildet ein weißes mattes, feinkörniges, sehr haltbares und elastisches Kohleneisen, das sich we-

sentlich von dem oben genannten weißen krystallinischen unterscheidet. Beim Holzkohlenbetriebe ist dieses schwer zu gewinnen, da es bei der leichtesten Schwankung des Ganges in das krystallinische übergeht; leichter wird es beim Steinkohlenbetriebe erzeugt. Es schmilzt schwer, und erstarrt schnell, und würde sich daher allein zum Gusse kaum eignen. Die ihm fehlenden Eigenschaften erhält es durch den zweiten Gemengtheil, den Graphit, der reiner Kohlenstoff ist, und sich in bleigrauen, nach den verschiedenen Abstufungen des Eisens mehr oder weniger feinen, Blättern aussondert; diese sind leicht zerreiblich, weich, zwar an sich unschmelzbar, machen aber das Kohleneisen, mit dem sie gemengt sind, leichter und dünner flüssig und langsamer erkaltend, zugleich aber auch, da sie seinen Zusammenhang beim Erkalten durch ihr Zwischenlagern theilweise unterbrechen, unhaltbarer, und wegen ihrer eignen Weichheit auch weicher. Härte, Haltbarkeit und Dünnflüssigkeit des Eisens (Fähigkeit, sich in die Gestalt der Form zu fügen) werden daher, abgesehen von andern Beimischungen, hauptsächlich abhängig seyn von der Menge, in der jeder der beiden Gemengtheile darin vorhanden ist.

Obwohl in der Wirklichkeit ein allmählicher Übergang von dem Graphit- reichsten bis zum Graphit- ärmsten Eisen besteht, so lassen sich doch folgende Abstufungen des grauen Eisens angeben.

1) Dunkelgraues Eisen. Die Grundmasse wird hier ganz durch den vorwaltenden Graphit verdeckt. Der Bruch ist grob, starkfaserig, metallisch glänzend, er bröckelt sich leicht aus, es kommen undichte Stellen vor; das Eisen ist weich, unhaltbar, und wenn es auch die Formen gut füllt, so setzt es doch an den äußeren, bei dicken Gußstücken besonders an den oberen Flächen vielen Graphit ab. Dieses Produkt wird bei zu gaarem Gange des Ofens, besonders zu Anfange des Betriebes, erzeugt; man kann es nur zu sehr groben Artikeln, die dabei keiner Haltbarkeit bedürfen, brauchen, und man gießt es zu solchen unmittelbar aus dem Hochofen. Größtentheils wird es zum Umschmelzen im Flammenofen bestimmt.

2) Graues Eisen. Die Graphitmenge nimmt ab, die Blätter werden feiner, das Eisen daher härter und haltbarer. Zu feineren und dünneren Güssen ist dieses Eisen das beste, da es noch

nicht so leicht als die folgenden Arten beim schnellen Erkalten krystallisirt, und sich daher selbst bei etwas feuchten Sandformen, wie sie bei manchen Artikeln angewandt werden, noch nicht so abschreckt, daß es sich verzieht oder springt. Für große Gußstücke wählt man dieses Eisen nicht gern, da es bei sehr langsamem Erkalten in den ausgetrockneten Formen dieser Artikel immer noch zu viel Graphit ausscheidet, und im Innern schwammig wird. — Diese Eisengattung erzeugt sich bei gutem Gange des Ofens aus Oxyd- und Oxydhydraterzen, und wird theils unmittelbar aus dem Hochofen vergossen, theils für feine Artikel im Kupoloofen umgeschmolzen, wo sie unverändert bleibt, theils endlich aus dem Flammofen gegossen, wo sie zu den nächstfolgenden Abstufungen übergeht.

3) Lichtgraues Eisen. Dieß ist das eigentliche Material für größere Gußstücke, die eine große Haltbarkeit mit Zierlichkeit und sauberem Äußern verbinden sollen. Hier verschwinden die Graphitblättchen völlig, und werden zu feinen glänzenden Pünktchen, die innig mit der Grundmasse gemengt sind; der Bruch wird eben und doch scharf, die Oberfläche ist glatt, und wenn sie frei erkaltet, etwas konkav eingesunken; sie läßt sich mit der Feile und dem Meißel gut bearbeiten, und nimmt Schraubengänge mit Leichtigkeit an; in dünnen Stücken wird das Eisen weiß und hart. Es erzeugt sich im Hochofen aus den oben genannten Erzen bei mehr besetztem, aus Oxydulerzen bei gutem Gange; es wird ebenfalls im Kupoloofen mit Vortheil zu kleineren Artikeln umgeschmolzen, im Flammofen gibt es ein halbirtes, sehr haltbares Geschützeisen.

4) Halbirtes (geflecktes) Eisen. In dieser Gattung tritt die Graphitbeimengung schon so weit zurück, daß sie nur noch in einzelnen nesterartigen Gruppen erscheint, und zwischen diesen die weiße Grundmasse frei durchblicken läßt. Je größer und gröber diese Gruppen sind, desto mehr naht sich das Eisen den früheren Gattungen; die haltbarste und härteste Variation des halbirten Eisens zeigt höchst feine und regelmäßig vertheilte Gruppen; die einzelnen sternartig verbundenen Strahlen derselben sind mit bloßem Auge kaum noch zu unterscheiden, der Bruch fühlt sich sehr scharf und hakenartig an, und beim Abschlagen einzelner

Stücke flatscht es nicht unter dem Hammer, wie die vorigen Gattungen, löst sich aber schwer von einander, ganz als wolle man ein inniges Drahtgeflecht aus einander reißen. — Diese Variation bildet für den jetzigen Standpunkt der Gießkunst die Gränze des gießbaren Eisens; in dünnen Stücken wird es schon weiß krystallinisch und glashart, in etwas dickeren höchst lichtgrau und feinkörnig, und nur in sehr dicken Stücken bildet sich die gefleckte Struktur aus, die die höchste Haltbarkeit gibt. Dieses Eisen läßt sich unmittelbar aus dem Hochofen nur bei Oxydulerzen, besonders bei sehr gröbkörnigen, wie sie in Schweden vorkommen, und zwar auch dann nur bei stark besetztem Gange und unter Zufügung schwach gerösteter schwefelhaltiger und manganhaltiger Erze (welche die Ausscheidung des Graphits erschweren) gewinnen. Bei Oxyd- und Oxydhydraterzen müßte der Ofen, um es zu erhalten, in dem Maße übersetzt werden, daß man es auf die Dauer nicht durchzuführen vermöchte; in Ländern, wo man nur diese letztern Erze hat, erzeugt man daher diese Eisengattung durch das Umschmelzen der früher beschriebenen Variationen im Flammofen. Das schon halbirte Eisen, wie es unmittelbar aus dem Hochofen oder durch Umschmelzen im Flammofen erhalten wird, erträgt höchst selten ein nochmahliges Umschmelzen im Flammofen, es wird dadurch in das weiße krystallinische Eisen umgewandelt. — Für Geschütze und Walzen ist diese Gattung die einzig brauchbare, sie gibt eine große Haltbarkeit, Elastizität, und auch Härte, die leicht zu groß für spätere Bearbeitung werden kann; doch füllt dieses Eisen, besonders wenn es unmittelbar im Hochofen erzeugt worden, die Formen nicht so gut, als die andern Abstufungen, auch zieht es sich stark beim Erkalten zusammen, wodurch es zum Munitionsguß und andern Anwendungen unbrauchbar wird.

Aus dem Obigen geht hervor, welch wichtigen Einfluß die Menge, in der der Graphit sich mechanisch ausscheidet, auf die Eigenschaften des Gußeisens äußert. Die Gesetze, von denen die Grade dieser Ausscheidung abhängen, kennen wir zwar noch nicht genau, doch wissen wir schon aus Erfahrung, daß die absolute Kohlenmenge, die das Eisen enthält, so wie die Art der Abkühlung, sehr entscheidend darauf einwirken. Je mehr man den Koh-

lenstoffgehalt im Eisen vermindert, sey es auch nur im Hochofen durch Vermehrung des Erzes, oder sey es im Flammofen durch Zuströmen von Luft, desto weniger scheidet das Eisen unter gleicher Erkaltung Graphit aus; eben so gibt ein aus demselben Ofen fließendes Eisen in dünne Stücke, besonders in feuchte oder stark wärmeleitende Formen gegossen, fast gar keinen Graphit, während es in dicke, also langsam erkaltende Gußstücke, und in stark ausgeglühte, schlecht leitende Lehmformen gegossen, oft so viel Graphit ausscheidet, daß das Gußstück unbrauchbar wird; besonders graphitreich wird dann die Mitte und der obere Theil des Artikels, was leicht zu erklären ist. Will man daher bei bestimmter Formmethode in verschieden dicken Stücken eine gleiche Graphitabsonderung erlangen, so wird man zu dem dünnen Stücke ein kohlenreicheres Eisen nehmen müssen, als zu dem dicken, und ist die Eisensorte das Gegebene, so wird man für das dünne Stück eine schlechter wärmeleitende Form wählen müssen. Doch ist hierbei zu bemerken, daß die Einwirkung der Form sich nicht ganz gleichmäßig durch das ganze Eisenstück geltend macht, sondern entscheidender auf die Oberfläche als den Kern wirkt.

Wenn nun also auch die Mittel zur Entkohlung und zur schnellern Abkühlung ein gewichtiges Element sind, um die gegewünschte Eisensorte aus einem gegebenen Erz (Hochofen) oder einem gegebenen Roheisen (Flammofen) zu erzielen, so zeigt sich doch hierin noch ein wichtiger Unterschied zwischen dem mit Steinkohlen und Holzkohlen erzeugten Eisen. Wurde es nämlich mit Steinkohlen erzeugt, so ist es bei weitem weniger durch Entkohlungs- und Abkühlungsmittel zu verändern, als das mit Holzkohlen erblasene. Ein Flammofen und eine Sandform, die das Holzkohleneisen schon weiß und unbrauchbar machen, verändern ein Koakeisen, das jenem vor dem Umschmelzen gleich sah, wenig, worauf man beim Gießen Rücksicht nehmen muß. Für den gewöhnlichen Gießereibetrieb ist deßhalb das Koakeisen viel vortheilhafter, weil man nicht so vorsichtig damit umzugehen braucht, und es weniger Abbrand beim Umschmelzen erleidet. Dagegen findet das Holzkohleneisen wieder mehr Anwendung bei Artikeln, wo eine oberflächliche Härtung nöthig ist u. s. w.

Wenn nun auch aus einem und demselben Roheisen auf

zwei ganz verschiedenen Wegen ein im Bruche gleichaussehendes Gußeisen (was von der Menge und Form des ausgeschiedenen Graphits abhängt) erzeugt werden kann, nämlich einmahl durch starke Entkohlung und langsame Erkaltung, und dann wieder durch geringere Entkohlung aber schnellere Erkaltung, so ist doch noch nicht ermittelt, ob diese beiden Eisenarten, wo bei der Einen aller Graphit ausgeschieden ist, der ausscheiden konnte, bei der andern ein Theil durch die Abkühlung in der chemischen Verbindung zurückgehalten worden, sich in Härte, Haltbarkeit u. s. w. genau gleich zeigen; nur bei dicken Stücken, wo der Einfluß der Abkühlung mehr verschwindet, wird man daher aus dem Bruchansehen auf die Eigenschaften des Eisens schließen können, nicht in dünn gegossenen, wenn man nicht die Abkühlungsart kennt, da ein kohlenarmes und ein in gewissem Maße schnell abgekühltes Eisen sich hier ganz gleich aussehen können.

Das rothbrüchige (schwefelhaltige) Eisen ist für sich nicht zum Gusse anzuwenden, da es nicht dünnflüssig wird, zu schnell erstarrt, inwendig Blasen bekömmt, und sehr leicht rostet. Doch wird es, wie erwähnt, dem Eisen, das geringe Graphitabsonderung erhalten soll, als Zuschlag zugesetzt, entweder indem man es beim Hochofenbetrieb durch schwefelhaltige, schwach geröstete Erze, oder beim Flammofenbetrieb durch Zusatz von fertigem, rothbrüchigen Eisen oder einer gypshaltigen Schlacke, woraus sich der Schwefel durch die Kohle reduzirt, einbringt Man bedient sich zu demselben Zwecke auch der mangan- und kupferhaltigen Erze.

Das kaltbrüchige (phosphorhaltige) Eisen gibt, wenn es bei gutem gaaren Gange des Ofens erzeugt worden, ein vortreffliches Material für kleine zierliche Güsse, da es die Formen sehr scharf füllt und langsam erkaltet; doch wird es dabei hart und spröde, läßt sich daher schwer mit Meißel und Feile bearbeiten, und hält selbst in dicken Stücken keine Stöße aus. Zu Kochgeschirren braucht man es nicht gern, weil es Anfangs die Speisen schwärzt; doch kann man dem abhelfen, wenn man in solchen Geschirren Wasser, worin Fett suspendirt ist, bis zur Trockne einkocht.

Die Gießereien bedienen sich zur Darstellung ihres Eisens

entweder des Hochofens oder des Umschmelzbetriebes, oder beider zugleich. Der Hochofenbetrieb allein reicht bloß dann aus, wo man Einen oder wenige größere Artikel, und zwar diese in hinreichender Menge, um den Ofen dauernd zu beschäftigen, gießt, und wenn zugleich die zu verschmelzenden Erze bei einem ökonomisch vortheilhaften Gange eben die Eisenart geben, die jenen Artikeln entspricht; die unvermeidlichen Schwankungen des Ofenganges dürfen dabei, wenn der Betrieb noch vortheilhaft und sicher seyn soll, nur in ihren Extremen das Produkt so verändern, daß es für die Artikel untauglich wird, und dem Frischprozeß übergeben werden muß; wären aber schon geringere Schwankungen zu solchen Veränderungen hinreichend, so wird der Betrieb unvortheilhaft. So gibt das schwedische grobkörnige Oxydulerz (Magneteisenstein) bei einem sehr guten Gange des Ofens ein halbirtes Eisen, wie es für Geschütz, Walzen u. s. w. sich höchst brauchbar zeigt, und nur bei fehlerhaftem Betriebe wird es so grau oder so weiß, daß es nicht mehr zu brauchen ist; alle kleineren Änderungen des Betriebes machen es zwar ein wenig lichter oder grauer, schaden aber seiner Brauchbarkeit noch nicht in dem Grade, daß man es verwerfen müßte. Wollte man in andern Ländern dasselbe Produkt mit Oxyderzen (Brauneisenstein, Rotheisenstein, Rothglaskopf) oder gar mit Oxydhydraterzen (Thoneisenstein u. s. w.) erreichen, so müßte man einen sehr scharf besetzten Gang wählen, der selbst bei dem besten Betriebe immer nur wenige Tage hinter einander zu erhalten wäre. Kleine Artikel, denen das diesen letzteren Erzen bei gutem Gange entsprechende graue Eisen zusagen würde, lassen sich, obwohl dieß auf vielen Gießereien geschieht, nicht mit großem ökonomischen Vortheil aus dem Hochofen gießen, weil man des Tag und Nacht dauernden Betriebes wegen ein großes Personal und ein kostbares Inventarium haben muß, und der Ofen überdieß durch das hier nöthig werdende Ausschöpfen des Eisens aus dem Vorherde sehr ausgekühlt und im Betriebe gestört wird. Bei großen Artikeln dagegen, wo man den Tag ein, höchstens zwei Mahl gießt, ist der Betrieb im Vergleich mit dem Umschmelzen allerdings bedeutend wohlfeiler, da man bei diesem doppeltes Brennmaterial, einen Verlust von 10 bis 20 Prozent an Eisen, und wenn man das Roheisen kauft, auch

den darauf haftenden Verdienst des Hochöfners rechnen muß. Beim Hochofenbetriebe ist aber auch das wieder zu gut machen mißglückter großer Gußstücke, verlorner Köpfe, der Bohrspäne *) u. s. w. sehr schwer, so daß man in Schweden dazu eigene Frischhütten bei den Gießereien angelegt hat.

In Schweden, wo der Guß aus dem Hochofen (Holzkohlenbetrieb) am großartigsten ausgebildet ist, sucht man schon durch Gattiren und Rösten der Erze die Eigenschaften des Produktes zu bedingen. Zu allem haltbaren Eisen wählt man, wie erwähnt, sehr grobkörnige, ziemlich reiche Erze aus, denen man durch Zufügung ärmerer und des Kalks die nöthige Schlacke gibt, und aus den oben genannten Gründen schwefelhaltige Erze zusetzt. Der Eisengehalt der Gattirung steigt auf 45 Prozent. Man vermeidet dabei so viel als möglich die Oxyderze (Eisenglanz), von denen man nur etwas (1/12 der Gattirung) über der Form auf die Gicht setzt, um eine dünnflüssige Schlacke vor der Form zu erhalten, da die Magneteisensteine als sehr quarzhaltig strengflüssig sind. Man wägt die Erzgichten ab, und erschwert sie so sehr, als der Ofen es irgend vertragen kann, auch röstet man alle diese Erze schwächer, als die zu anderen Eisen bestimmten. Um die zu großen Gußstücken erforderlichen Eisenmengen möglichst schnell zusammen zu haben, gibt man altes Brucheisen mit auf, das bis 15 Prozent der Gattirung steigt. Man rechnet, daß, um es zu schmelzen, so viel Kohlen gehören, als 1/3 so viel Erz zu Eisen zu machen. Man gießt Geschütze, Walzen u.s.w. nicht innerhalb der ersten Betriebswochen eines Hochofens, weil in dieser Zeit das Eisen grau ist, und hört sogleich mit dem Gusse auf, wenn das Rauchen der Gicht, eine dunkle Gluth vor der Form und andere Zeichen einen schlechten Gang des Ofens andeuten. Da es der Vortheil der Hütten ist, mit einer gleichen Kohlenmenge die größtmögliche Menge Erz zu verschmelzen,

---

*) Anmerkung. Bohrspäne läßt man, um sie auf dem Hochofen aufgeben zu können, stark anrosten, und setzt sie dann als Erz auf. Zum Umschmelzen im Flammofen werden sie in Hohlkörper, z. B. ausgeglühte Bomben gefüllt, und so eingesetzt. Man kann die Bohrspäne auch sehr gut auf Stahl benutzen, wenn man stark angeroſtete und frische in Tiegeln zusammen schmelzt.

so tritt wohl häufig ein übersetzter, aber selten ein zu gaarer Gang ein.

Um sich von der Haltbarkeit des Eisens an den einzelnen Tagen zu überzeugen, gießt man mit jedem Geschütze oder jeder Walze eine Barre von 1.92 Zoll im Gevierte und einer Länge von 20 Zoll in eine feuchte Sandform; sie wiegt etwa 25 Pfund. Man setzt sie nach dem Erkalten in ein Futter in einer Wand a b i h (s. Taf. 1, Fig. 1), wo sie bei k in der Hälfte ihrer Länge unterstützt ist. Durch das eiserne Band e f g h wird der Hebelarm l m c daran befestigt, so daß k g = 2.88 Zoll ist. Man hängt eine Wagschale bei p an, und setzt, nachdem man ein Kissen über diese gebreitet, sehr vorsichtig erst gröberes, dann feineres Gewicht auf dieselbe. Der Hebelarm w ist = 61.12 Zoll, l e = 1.36 Zoll, n o = 3.50 Zoll, l m = n q = 1.82 Zoll. Der Hebel wiegt 61 Pfund, und ist von Stabeisen. Völlig gleich gegossene Stangen können bei dieser rohen Probe bis zu 15 Prozent verschiedene Tragkraft zeigen; dennoch aber reicht sie aus, um über die Haltbarkeit des Eisens und das Verhalten des Ofenganges einen ziemlich richtigen Aufschluß zu geben; so ist es Erfahrungssatz, daß das Geschütz die Proben nicht besteht, wenn die mitgegossene Bruchstange nicht mindestens 450 Pfund trug, und daß dagegen noch keines gesprungen ist, wo die Bruchstange eine stärkere Belastung als 500 Pfund getragen. Bei 650 Pf. Tragkraft ist das Eisen schon sehr gut, aber das haltbarste steigt bis zu 900 Pf. Das Bruchansehn der Stangen korrespondirt ziemlich genau mit der Haltbarkeit; ist die Stange durchgehends grau, so hält sie schlecht, und der Gang ist zu gaar; man muß daher Erz zusetzen. Mit minder gaarem Gange wird die Stange lichter im Bruche, bekommt krystallinische weiße Ecken, und hält mehr. Ist der Ofengang der bestmögliche, so hält die Stange am meisten, und sie hat so große weiße Ecken, daß nur eben noch ein grauer kreisförmiger Kern bleibt, der die vier Seiten tangirt. Diese Probe ist daher den Geschützgießereien sehr zu empfehlen.

Für kleinere Artikel, die weniger haltbar, aber schärfer ausgegossen seyn sollen, nimmt man in Schweden mehr Oxyd- und weniger Oxydulerze, röstet sie mehr, macht die Erzgichten weniger

stark, und läßt das Brucheisen weg. Dadurch wird das Eisen grauer. Sicherer, wenn auch kostspieliger, ist es aber, dieß Eisen nochmahls im Kupoloofen zu schmelzen, und aus diesem zu vergießen.

Bei einigen Öfen, wo man Erze verschmilzt, die bei gutem ökonomischen Gange ein für größere Artikel zu graues Eisen gaben, hat man es versucht, auf das im Herde befindliche geschmolzene Eisen geröstetes Erz aufzuwerfen und es einzurühren; es entsteht bei der Reduktion dieser Erze, deren Sauerstoff einen Theil Kohle des Eisens verzehrt, ein Aufkochen durch die entweichende Kohlensäure, und das Eisen ist nun weniger grau. Dieser Prozeß erkältet aber das Eisen und gibt sehr unsichere und ungleiche Resultate; er ist daher besonders für wichtigere Güsse, z. B. Geschützguß, nicht zu empfehlen. Er ist unter dem Nahmen des **Futterns** bekannt.

Bei Steinkohlenbetrieb ist der Guß aus dem Hochofen leichter, da hier das Eisen an den verschiedenen Tagen immer ziemlich gleich und dünnflüssig ausfällt, und dabei nicht leicht Graphit ausscheidet; doch wird in England selten ein Guß, wo es auf große Haltbarkeit ankommt, aus dem Hochofen verrichtet. Man benutzt zwar dort die Hochöfen noch sehr vielfach zum unmittelbaren Gusse für gröbere Artikel, aber größtentheils bedient man sich ihrer zur Erzeugung der Gänze für den Umschmelzbetrieb der Flammöfen, wobei man den Vortheil genießt, sein Roheisen gleich für seine Flammöfen einrichten, und so den Betrieb der letztern erleichtern zu können. Auch ist der Hochofen bei einem lebhaften Flammofenbetriebe vortheilhaft, um das in diesen zurückbleibende Schaleneisen (s. unten) mit durchzuschmelzen.

Das Gießen aus dem Hochofen und Flammofen **zugleich** wird immer ein höchst unzuverläßiges Verfahren bleiben, da das Eisen, in auf so verschiedenen Prinzipien beruhenden Öfen geschmolzen, immer ungleich ausfällt, und vor dem Einfließen in die Form sehr schwer zu mengen ist.

Der **Umschmelzbetrieb** hat im Vergleiche mit dem Hochofenbetriebe sehr wesentliche Vortheile für eine Gießerei. Er allein vermag alle die verschiedenen Eisensorten, welche die mannigfachen Gußartikel erfordern, einiger Maßen sicher und zu jeder

Zeit zu geben. Er ist fast unabhängig von treibenden Kräften, von den Einflüssen der Atmosphäre und von den Veränderungen von Kohle und Erz, die beim Hochofen oft sehr schädlich einwirken. Man kann beliebig große und kleine Stücke gießen, und bedarf eines bei weitem geringeren Inventariums als beim Hochofengusse. Man ist unabhängig in der Wahl des Materials, und eben so in der Anlage des Werks. Bei Gießereien für einzelne bestimmte Artikel, z. B. für Geschütz, ergibt sich noch der Vortheil, daß man sich ausschließlich auf die Vervollkommnung dieses einen Gußverfahrens legen kann, während man beim Hochofen wegen der verschieden fallenden Produkte allerlei Artikel gießen muß, wodurch sich die Aufmerksamkeit theilt. Ferner kann man, wenn es auf große Haltbarkeit der Gußstücke ankommt, schon das Rohmaterial einer starken Probe unterwerfen, und nur das dabei sich bewährende zum Umschmelzen anwenden; es bedarf dann bei den fertigen Gußstücken (z. B. Geschützen) nur noch einer leichten, den individuellen Guß desselben betreffenden Probe, die dem Geschütz nicht schadet, während beim Hochofenbetriebe man an jedem einzelnen Geschütz die Güte des Eisens (das lageweise verschieden ist) und die des individuellen Gusses probiren muß, wozu starke Proben nöthig sind, die selbst das beste Geschütz von vorn herein schwächen.

Das Umschmelzen des Roheisens geschieht auf dreierlei Art, nämlich im Tiegel, in Schacht- oder Kupoloöfen, und in Flammöfen. Die beiden ersteren Methoden dienen bloß dazu, das Eisen wieder flüssig zu machen, der Flammofen aber, um es dabei zugleich in seiner Zusammensetzung und Natur zu ändern. Der Tiegelguß ist nur noch für kleine Bijouterieen in Eisen gebräuchlich, und zwar in Fabriken, wo keine Kupoloöfen im Gange sind. Der Kupoloofen liefert in seinem dauernden Betriebe das Eisen zu einer den ganzen Tag über fortlaufenden Förmerei; doch kann er nur wenig Eisen auf ein Mahl geben, daher nur für kleinere Gegenstände in Anwendung kommen. Der Flammofen gibt das Eisen für große und haltbare Gußstücke, und muß mit einem Mahle wie der Tiegel ausgegossen werden.

Das Schmelzen in Tiegeln ist dem bei allen andern Metallgüssen üblichen gleich. Die Tiegel werden zu einem oder

mehreren in kleine Zugöfen gesetzt, und das Eisen, um möglichst wenig Abbrand zu haben, mit einer starken Hitze schnell niedergeschmolzen. Kohlentiegel sind den thönernen vorzuziehen; braucht man letztere, so ist es gut, sie auswendig mit Öhl und Kalk zu bestreichen, wodurch sich beim Schmelzen eine Glasur bildet, die das Aufreißen mehr verhindert. Man setze, wenn man sich den Tiegel selbst schlägt, der Masse nicht viel gebrannten Thon zu; sie schrumpfen dadurch zwar mehr zusammen, schmelzen aber nicht so leicht. Man bringt das Eisen sehr klein geschlagen ein, und deckt eine Schicht Kohlenstaub oder gute Hochofenschlacke darüber. Der Abbrand steigt auf 10 Prozent, und wenn man die sonstigen Verluste beim Gießen einrechnet, bis auf 30 Prozent. Noch wenig bekannt ist ein Tiegelofen, der das schnelle Schmelzen sehr begünstigt, und den Kohlenverbrauch, der bei dieser Schmelzmethode sonst sehr bedeutend ist, um vieles verringert; seine Beschreibung möge daher hier einen Platz finden. Das Schmelzen geschieht nämlich in einer eigenen kleinen Esse, in welche der Wind von allen Seiten zugleich trifft, und in welcher daher leicht eine hohe Temperatur erzeugt werden kann. Die Esse besteht aus Thon, und ist ringförmig; im Lichten beträgt ihr Durchmesser 12 Zoll, sie ist hoch 10 Zoll, der Ring ist dick 2 Zoll. Um sie zu verfertigen, setzt man zwei Eisenringe, die die erforderlichen Dimensionen haben, genau konzentrisch in einander, und stampft zwischen beide feuerfesten Thon ein. Im äußeren Ringe befinden sich zwei Reihen Löcher, jede hat deren acht, die so gestellt sind, daß die der oberen Reihe auf die Intervallen der untern treffen. Die Löcher haben 1 Zoll im Durchmesser. Ist der Thonring eingestampft, so sticht man in demselben durch die Löcher des äußern Ringes hindurch, und bohrt auf diese Weise die sechzehn Löcher zylindrisch aus. Man zieht nun den inneren Eisenring ab, und schneidet oben und unten den Falz hinein, den die Zeichnung (Fig. 2, Taf. 1) bei a und b zeigt. Der Thon zum Einstampfen darf nur wenig feucht seyn; der fertige Ring wird an der Luft noch vollends ausgetrocknet, und wenn er etwas zusammengeschrumpft ist, nimmt man auch den äußeren Eisenring ab. Um dem Thonringe mehr Festigkeit zu geben, legt man eine Eisenschiene um ihn, in der Mitte seiner Höhe. Diese Esse

setzt man zum Gebrauche in eine zylindrische Vertiefung eines Herdes, die 24 Zoll Durchmesser und 10 Zoll Höhe hat. Stellt man die Esse in die Mitte, so bleiben ringsum 4 Zoll Zwischenraum. Diesen verschließt man oben mit einem eisernen, scheibenförmigen Ringe, der an der Esse und am Herde luftdicht verschmiert wird. Der Wind wird durch einen kleinen Balg hervorgebracht; man leitet ihn in der Höhe der untern Löcherreihe, und zwar so, daß er auf kein einzelnes Loch trifft, in den zylindrischen Raum um die Esse. Er vertheilt sich ringsum, und tritt durch alle Löcher zugleich ein. Der Wind muß ohne Pression, aber in großer Menge zugeführt werden. Den Tiegel setzt man auf Ziegeln so hoch, daß sein Boden mit der unteren Löcherreihe gleich hoch steht. Ist die Esse auf der oberen Seite ausgebrannt, so dreht man sie um und nimmt die untere Seite nach oben. Sie hält auf diese Weise 10 bis 15 Schmelzungen aus. Während des Schmelzens setzt man zwei, zusammen 3 Fuß hohe, Schornsteine von Thon auf die Esse, welche die Wärme zusammenhalten; sie sind durch eine kleine Winde leicht abzuheben. Die Kohlen zu diesem Schmelzen müssen alle ziemlich gleich groß seyn; am besten ist es, sie durch ein großlöcheriges Sieb auszusieben. Dieser Ofen ist noch zu vielen andern Metallschmelzungen, besonders zu Gußstahl, zu empfehlen.

Die Kupoloöfen (siehe Fig. 3) sind Schachtöfen, in die man Kohle und Eisen schichtenweise einträgt. Sie bestehen aus einem eisernen Mantel und einem gemauerten Schachte. Da dieser letztere oft neu gemacht werden muß, so ist es vortheilhafter, den ersteren nicht, wie es gewöhnlich geschieht, im Ganzen zu gießen, sondern ihn aus geschmiedeten Platten zusammen zu setzen, die man leicht abnehmen, und so zum Schachte gelangen kann. Die Öfen stehen in großen Hüttenräumen gewöhnlich zu zweien unter einem Rauchfange, so daß, wenn der eine bläset, der andere ausgebessert werden kann. Den Wind erhalten sie von Gebläsen, die jetzt meist von Dampfmaschinen getrieben werden. Die Kupoloöfen haben höchstens 15 Fuß Höhe und einen kreisförmigen, acht- oder viereckigen Durchschnitt, der sich nach oben verjüngt. Ihr Durchmesser im Lichten geht selten über 3 Fuß.

Zur Aufstellung des Ofens wird ein massives ringförmiges Fundament gemauert, dessen innerer Raum dem Durchmesser des Schachtes entspricht. Man gibt diesem Fundamente meist einen Abzug a für die Feuchtigkeit. Auf dasselbe legt man die eiserne Bodenplatte bc, die ebenfalls ringförmig ist, die Form und den Durchmesser des Ofens unten, und ringsum außerhalb aufrecht stehende Ränder hat. Ihr innerer ausgesparter Raum entspricht, wie der des Fundaments, dem Ofenschachte. Man setzte früher, um das Springen dieser Platte zu verhüthen, sie aus einzelnen Stücken zusammen; da diese sich aber zuweilen verschoben, so macht man sie nun im Ganzen, und gibt ihr auf einer Seite einen 1 Zoll breiten Einschnitt, wodurch ihr Spielraum zum Ausdehnen bleibt. Auf diese Platte setzt man den äußeren Mantel ef des Ofens auf, der, wenn er aus einzelnen Platten besteht, durch Bolzen und Schrauben zusammengehalten wird. Man schließt ihn oben mit einer aus mehreren Theilen bestehenden Deckplatte gh, die in der Mitte nur die Gichtöffnung frei läßt. Der Mantel hat eine Öffnung ik für den Abstich, die 1 Fuß breit und 1½ Fuß hoch, und ringsum durch einen Anguß verstärkt ist, und eine oder zwei Formöffnungen lm (der Windzugang), die 6 Zoll im Gevierte halten. Die Öffnung im Fundament und in der Bodenplatte füllt man mit Sand aus, und bildet, wenn die ersten Grundsteine des Schachtes gelegt sind, über der Bodenplatte einen nach dem Abstich um 2 Zoll fallenden Herd. Das Schachtfutter mauert man aus keilförmigen feuerfesten Ziegeln und einem Mörtel von 2 Theilen feuerfestem Thon und einem Theile reinen Sand, und läßt dabei zwischen dem Schachte und dem Mantel einen Zwischenraum von 2 bis 3 Zoll, den man mit Asche füllt, um die Wärmeableitung zu vermindern. Die Öffnungen für Abstich und Form werden überwölbt. Bis zur untersten Formöffnung führt man meist den Schacht zylindrisch auf, von da aber verjüngt er sich nach oben. Ein solcher Schacht dauert, wenn er aus gutem Material erbaut ist, selbst bei täglichem Betriebe, mehrere Wochen; zuerst brennt er auf der Formseite aus; ein bis zwei Mahl kann man ihn noch durch Wegbrechen dieses Theils und Wiederaufmauern mit neuen Zie-

geln ausbessern, dann muß er aber ganz neu gemacht werden, wozu meist nur wenige Stunden gehören.

Je höher man den Kupoloofen baut, desto ökonomischeres Schmelzen gewährt er; doch macht das Aufgeben der Gichten bei höheren Öfen mehr Schwierigkeit; seltener geht man daher über 7 bis 8 Fuß reine Höhe im Lichten. Die Weite des Schachtes richtet sich nach dem Brennmaterial; je schwerer verbrennlich es ist, und je schwächer das Gebläse, desto enger muß er seyn, um desto mehr leidet er aber auch; man macht ihn daher bei der Form nicht gern enger als höchstens 1½ Fuß. Die Form legt man so hoch, daß unter derselben noch ein hinreichender Raum für die Eisenmenge bleibt, die man zu den größten Gußstücken, welche man aus solchen Öfen wohl gießt, bedarf. Mehr und mehr wird es gebräuchlich, mehrere Formöffnungen über einander zu legen. Mit der tiefsten fängt man zu blasen an, hat dadurch einen hohen Schacht, in dem das Eisen schon gehörig anwärmt, ehe es in den Schmelzraum kommt, und erhält dabei doch keinen tiefen Herd, in dem das erste niederkommende, ohnehin nicht sehr heiße Eisen matt werden würde. Je mehr Eisen niedergekommen, je mehr der ganze Ofen sich anwärmt, desto höher rückt man mit der Form, denn die Verkürzung des Schachtes und die Erhöhung des Eisensackes schadet bei der nun so erhöhten Temperatur nichts mehr, und man hat den Vortheil, daß man eine größere Menge Eisen im Ofen halten kann, und daß es dabei heißer bleibt, als eine kleinere Menge Eisen bei unbeweglicher Form. Die Formen o p sind von Gußeisen oder Thon; man setzt jetzt gewöhnlich, da man dem Winde einer Form eine zu große Pression geben müßte, zwei in jeden Ofen, und zwar einander gegenüber und horizontal. Man gebe möglichst viel Wind, jedoch nicht mehr als das Brennmaterial zu verzehren vermag, und mache die Dusenöffnungen nicht zu klein, da ein geschwinder Wind leicht mattes Eisen gibt.

Der Betrieb des Ofens ist folgender. Des Morgens früh stößt der Schmelzer durch die Abstichöffnung die Schlacken der vortägigen Schmelzung heraus, reiniget den Ofen, und legt einige glühende Kohlen auf den Boden, mauert dann die Abstichöffnungen mit Lehm zu, so daß dieser eine 2 bis 3 Zoll dicke Wand

bildet, und läßt nur unten ein durch einen hölzernen Pfropf gebildetes Abstichloch von 2 Zoll Durchmesser. Man füllt den Ofen nun bis oben mit Kohlen, zieht den hölzernen Pfropf heraus, um Luftzug zu geben, und setzt, wenn das Feuer sich an der Gicht zeigt, was nach einigen Stunden geschieht, das Gebläse in Gang. Man gibt im Anfange kleine und aus kleinen Stücken bestehende Eisengichten auf, mit denen man allmählich bis zur ganzen Schwere steigt. Sobald sich die ersten Eisentropfen zeigen, verschließt man den Abstich mit Lehm. Die Kohlengichten bleiben, wie bei allen Schachtöfen, während des ganzen Betriebes gleich groß. Auch mit den Eisengichten ändert man nicht gern beim Kupoloofen, nur wenn sich das Eisen überaus hitzig zeigt, vergrößert man die Eisengicht, und vermindert sie, wenn es sehr matt wird. Bei sehr strengflüssiger Schlacke gibt man mit dem Eisen einige Stücke Kalk, oder auch Hochofenschlacke auf. Jedenfalls sorge man dafür, daß kein Sand am Eisen hängt. Sobald die eine Gicht niedergesunken ist, setzt man eine neue, etwa alle 10 Minuten eine, und zwar erst die Kohlen-, dann die Eisengicht. Erstere wird gemessen, und letztere gewogen. Der Abstich wird geöffnet, wenn sich Eisen genug gesammelt hat; es läuft dann von selbst aus, und wird meist in Kellen von Schmiedeisen oder von Gußeisen für 3 Mann in den Hüttenraum zu den Formen getragen. Selten haben die Kupoloöfen den Hochöfen ähnlich einen Vorherd, aus dem man schöpft. Das Eisen erkaltet in diesen Vorherden zu leicht. Die Kellen und Kessel werden mit Lehm ausgeschlagen und scharf getrocknet; sie müssen sehr heiß seyn, wenn sie das Eisen nicht matt machen sollen. Wenn kein Eisen mehr aus dem Abstiche kommt, wird er vermittelst einer Stange wieder mit Lehm verstopft. — Der Betrieb geht gewöhnlich nur den Tag über. Um 6 Uhr Morgens wärmt man an, um 10 Uhr setzt man das Gebläse in Gang, um 12 oder 1 Uhr fängt man an zu gießen, und um 6 oder 7 Uhr Abends bläst man nieder, oder aber setzt einige Kohlengichten, dann Kohlen und Eisengichten, verschließt alle Öffnungen, und läßt den Ofen so bis zum nächsten Tage stehen. — Der Schmelzer hat beim Betriebe nur darauf zu sehen, daß die Form und der Abstich nicht von Schlacke versetzt werden, und daß im Führen der Gichten keine Irrung

eintritt, wohin auch gehört, daß die Gichten immer recht gleichmäßig über den Ofen vertheilt werden. Die Produktion der Öfen ist je nach ihrer Größe, dem Eisen, dem Brennmaterial und dem Gebläse sehr verschieden. Im Allgemeinen kann man 50 bis 80 Zentner als tägliches Schmelzquantum rechnen, wobei sich 5 bis 8 Prozent Abbrand ergeben. Beim Betriebe mit Holzkohlen geht auf 100 Pf. ausgebrachtes Eisen etwa 60 Pf., und bei dem mit Koaks etwa 40 Pf. Brennmaterial auf.

Für den Kupoloofen ist das sehr dunkelgraue Eisen, so wie das stark halbirte, nicht füglich zu gebrauchen; ersteres aus dem Grunde nicht, weil im Kupoloofen, wie erwähnt, das Eisen so gut wie nicht verändert wird, und daher alle die Übelstände, die das sehr graue Eisen für den Guß hat, nicht gebessert werden. Das halbirte Eisen fließt dagegen meist nicht dünn genug für die feinen Gußstücke, die aus dem Kupoloofen gegossen werden; eben so, nur noch in höherem Grade, ist es mit dem weißen, besonders dem körnigen Eisen; beide bedürfen einer sehr hohen Temperatur, und erkalten dabei sehr leicht, was nicht allein in Bezug auf die Gußstücke schädlich wird, sondern auch einen ökonomisch unvortheilhaften Betrieb gibt, da sehr viel Eisen in den Gießkellen hängen bleibt, das neuerdings umgeschmolzen werden muß. Graues gutes Gußeisen wird im Kupoloofen sehr dünnflüssig, oft zu heiß, so daß man es zuweilen in den Kellen etwas stehen lassen muß, damit es die Sandformen nicht angreife. Das umgeschmolzene Eisen ist etwas feinkörniger im Bruche, als das angewandte Material, aber so weit allerdings unvollkommene Versuche reichen, nur wenig haltbarer.

Der Flamm- oder Reverbirofen (s. Fig. 4—8, Taf. 1, und Fig. 1—2, Taf. 2) unterscheidet sich von den Schachtöfen dadurch, daß bei diesen das Metall in unmittelbarer Berührung mit glühender Kohle steht, während im Flammofen das nicht verkohlte Brennmaterial isolirt verbrennt, und nur die brennenden Gase, die Flamme, über das Metall hinstreichen. Es ist hier also selbst in der höchsten Temperatur nicht möglich, daß das Eisen noch mehr Kohle aufnehme, als es vor dem Einschmelzen schon hatte; es kann daher nicht graphitreicher werden, als es war.

Die durch den Rost strömende atmosphärische Luft verliert

durch die Flamme nicht allen Sauerstoff, der, begünstigt von der hohen Temperatur, den Graphit des Eisens theilweise verbrennt, und die Erdmetalle, die sich im Koakeisen besonders häufig befinden, oxydirt und in die Schlacke treibt. Der Flammofen gibt also ein Mittel an die Hand, aus dem dunkelgrauesten Eisen alle Nüanzen bis zum halbirten und weißen zu erzeugen. Leider fehlt uns aber noch, wie schon angedeutet, die Sicherheit in der Prozedur, jedes Mahl und aus jedem Eisen die bestimmte höhere Nüanze erzeugen zu können; wir haben zwar bereits mehrere Mittel und Kunstgriffe dafür, doch reichen sie noch nicht aus.

Der Flammofen ist ein Zugofen, und bedarf daher keines Gebläses. Wenn auch einzelne Abweichungen im Baue dieser Öfen vorkommen, so bestehen sie im Allgemeinen doch immer aus folgenden Theilen:

1) Aus dem Roste A, auf dem das Brennmaterial (Holz, Torf, Steinkohle) ausgebreitet wird, dem von unten durch den Aschenfall die Luft zugeht; 2) aus dem Herde B, auf dem das Eisen eingesetzt wird und niederschmilzt; 3) aus dem Rauchabführungs-Kanale, der aus der eigentlichen Feueresse C und einem Verbindungskanale zwischen diesem und dem Ofen, dem Fuchs D besteht; 4) aus dem Gewölbe E, das den Rost und den Schmelzherd überspannt, und sich oben an den Fuchs anschließt.

Der ganze Ofen ist gemauert; in neuerer Zeit sind seine beiden langen Seiten gewöhnlich mit sehr großen Eisenplatten bekleidet, die mit einander durch Bolzen verbunden werden. Der mittlere Theil des Ofenfundaments, auf dem der Schmelzherd ruht, ist entweder gewölbt, oder ganz ausgespart, und mit Eisenplatten belegt.

Der Luftzug, das entscheidenste Moment beim Flammofen, wird durch verschiedene äußere und innere Bedingungen bestimmt. Zu den äußeren gehört zuvörderst die Lage des Ofens. Liegt er im Freien, und ist nur leicht oberwärts bedacht, so kommt viel darauf an, nach welcher Himmelsgegend der Aschenfall gerichtet ist, und aus welcher Himmelsgegend an dieser Stelle am häufigsten der Wind weht, ja selbst in welchem Winkel er gewöhnlich gegen den Horizont einschießt. Alles dieß hat sehr merklichen Einfluß

auf den Gang des Ofens, und wenn einmahl der Wind gegen den Aschenfall, einmahl von ihm ab, einmahl stark und einmahl schwach ist u. s. w., so wird dieß die Schmelzung um 1 bis 2 Stunden beschleunigen oder verlängern können, und es ist leicht einzusehen, daß dann selbst bei gleichem Roheisen das Produkt doch jedes Mahl ein ganz anderes werden müsse. Ob die Aschenfallseite durch hohe Gegenstände verbaut sey oder nicht, ist auch nicht gleichgültig, da es sehr darauf ankommt, ob der Wind Aschenfall- und Essenmündung mit gleichem Drucke trifft. Im Allgemeinen scheint es gerathen, wenn es, wie z. B. beim Geschützguß, sehr auf genau gleiche Güsse ankommt, die Öfen in Hüttenräumen aufzustellen, um von diesen Einflüssen mehr unabhängig zu seyn, oder, geht dieß nicht an, den Aschenfall der Himmelsgegend zuzuwenden, woher am häufigsten der Wind weht, und dann wenigstens nicht mit entgegengesetztem Winde zu schmelzen; es ist dabei zu wünschen, daß die Gegend des Aschenfalls nicht durch Gebäude u. s. w. gesperrt sey. — Eine zweite äußere Bedingung ist der untere Theil des Aschenfalls; durch die Zwischenräume der Roststücke fallen fortdauernd, und je besser das Feuer in Ordnung erhalten wird, desto mehr brennende Stückchen herab, die theils die zuströmende Luft verdünnen, theils durch ihr eigenes Verbrennen sie an Sauerstoff ärmer machen. Sie wegzuleiten hat man vielerlei versucht. Das gewöhnliche Mittel ist, daß man eine Eisenplatte unten in den Aschenfall so geneigt befestigt, daß alle diese abfallenden Theilchen von selbst aus dem Aschenfall heraus rollen (s. Taf. 17, Fig. 2, k); an andern Orten hat man Wassergefäße unten aufgestellt, was sich zwar in Bezug auf Kühlhaltung der Luft sehr bewährt hat, jedoch den Übelstand mit sich führt, daß Wasserdämpfe mit in den Rost steigen, die, wie die meisten Erfahrungen bisher gezeigt, dem Verbrennen hinderlich sind, obwohl sie es allerdings auch nach einigen andern begünstigen. Am vortheilhaftesten ist es, den Ofen auf ein Kellergewölbe zu stellen, und dieß unter dem Aschenfall zu durchbrechen, so daß die brennenden Stückchen sehr tief fallen, auf die ausströmende Luft wenig Einfluß üben, und dort auch sehr schnell immer fortgezogen werden können. Der Zug aus einem kühlen Keller ist überdieß der stärkste und dabei gleich-

mäßigste, und von äußeren Einflüssen unabhängigste, den man haben kann. — Vom entscheidensten Einfluß auf den Luftzug ist das Verhältniß des Flächenraums der Zwischenräume zwischen den Roststäben zu dem des Querdurchschnitts des Fuchses. Für Steinkohlen ist dieses Verhältniß am besten wie 4 : 1; für Holz hat man es in Schweden wie 3 : 1 als vortheilhaft gefunden. Macht man die Zwischenräume zwischen den Roststäben größer, so geht bei gleichem Effekte mehr Brennmaterial auf, und die Flamme legt sich mehr an das obere Gewölbe, wirkt daher nicht so kräftig auf das Eisen. Ist die Fuchsöffnung zu weit, so schmilzt das Eisen in der Nähe des Abstiches schneller, als an der Brücke; ist sie zu eng, so tritt das Entgegengesetzte ein. Bei richtigen Verhältnissen geschieht das Schmelzen gleichmäßig an allen Punkten des Herdes. Den Schornstein, den man gewöhnlich so anlegt, daß er der ganzen Höhe nach getheilt ist, und den Rauch für zwei Öfen abführt, macht man verschieden hoch; in England sollen die höchsten bis 150 Fuß (?) hoch seyn; wir sahen sie dort nicht höher als bis 80 Fuß. Ihr Bau ist schwierig, weil sie den Stürmen hinreichende Kraft entgegen setzen müssen; man gibt ihnen daher ein eigenes, sehr stark verankertes Fundament; sie dürfen nicht aus Sandsteinen gebaut seyn, weil dieser das Heitzen nicht aushält; das untere Drittel ihrer Höhe mauert man gern inwendig von feuerfesten Ziegeln. Den Luftdruck, den sie von außen, der innern dünneren Luftsäule wegen, zu tragen haben, ist nicht so bedeutend, als man glauben sollte. Bei ziemlich genauen Versuchen betrug er auf 15 Fuß hoch im Schornsteine nur 2 Linien Wasserdruck. — Den Querschnitt des Schornsteines macht man gewöhnlich 2 bis 3 Mal so groß, als den des Fuchses.

Man muß beim Luftzuge des Flammofens zwei verschiedene Momente, wie bei den Gebläseöfen, beachten, nämlich die Menge und die Dichtigkeit des Windes. Die letztere wird sich nach dem Brennmaterial richten, und zwar werden Steinkohlen eine größere Dichtigkeit des Windes verlangen, als Holz. Die Menge der Luft muß dagegen bei gleichen Mengen des Brennmaterials sich nach dem Grade der Dekarbonisation, die das Eisen erhalten soll, richten, und wenn man nicht Flammöfen für einzelne bestimmte Zwecke erbaut, sondern verschiedene Eisenarten, und

zwar mit einiger Sicherheit erzeugen will, so sollten Einrichtungen zur beliebigen Veränderung dieser Luftmenge getroffen werden. Es scheint als werde die Luftmenge bestimmt durch den Unterschied der Temperatur im Schornsteine und unter dem Rost, und die Dichtigkeit durch die Größe des Raumes, durch den die Luft eintritt, im Verhältnisse zu dem, durch den sie fortgeht. Das Verändern dieser Räume ist sehr schwierig, und die Unterschiede der Temperatur hat man gar nicht in der Hand. Momentane Veränderungen des Luftzuges kann man durch eine auf dem Schornsteine befindliche Klappe bewirken.

Der Herd des Ofens liegt höher als der Rost; eine Scheidewand, die sogenannte Feuerbrücke (s. Fig. 6, Taf. 1 und Fig. 2, Taf. 2), hindert das geschmolzene Eisen in den Rost zu laufen, und läßt die kalte Luft nicht auf das Eisen treffen; sie muß aus feuerfesten Ziegeln besonders gut gemauert seyn, da sie auf einer Seite die Gluth des Feuers, auf der andern den Druck des Eisens auszuhalten hat; es ist auch gar nicht so selten, daß sie während der Schmelzung zerstört wird, zumahl wenn man beim Laden des Ofens sie beschädigt hat. Man macht sie 6 bis 8 Zoll hoch und 6 Zoll dick. Die Tiefe des Rostes unter der Brücke wird so abgemessen, daß einerseits nicht der unterste Theil der Flammen, der noch sehr viel unzersetzte Luft enthält, schon auf das Eisen trifft, und es zu sehr entkohlt und oxydirt (wobei auch die Spitze der Flamme, der wirksamste Punkt derselben, meist schon über das Eisen hinaus in den Schornstein ragen würde), und daß andererseits auch nicht ein Theil des Herdes von der Flamme unerreicht bleibe; diese Bestimmung muß je nach dem Brennmaterial und der Länge des Ofens geschehen. Bei Steinkohlen liegt der Rost am besten etwa 1½ Fuß unter der oberen Kante der Brücke, bei Holz meist einige Zoll weniger; sind die Öfen sehr kurz, so daß die Flamme weit über das Eisen vorragen würde, so legt man den Rost tiefer. Der Flächeninhalt des Herdes verhält sich zu dem des Rostes meist wie 5 : 2, wobei der Herd gewöhnlich 3 Mahl so lang als breit ist. Die größte Breite des Herdes am Roste verhält sich zur kleinsten am Fuchse wie 3 : 2.

Der Herd des Ofens ruht, wie erwähnt, entweder auf eisernen Platten oder auf einem Gewölbe. Jedenfalls wird auf

den Grund eine Schicht von Sand und Schutt geschlagen, und darauf feuerfester Sand, der die eigentliche Schmelzsohle macht, 6 Zoll hoch festgelegt. Ein solcher Sandherd hält mehrere Schmelzungen. In den Niederlanden und in England hat man über diese Sandsohle noch eine Schicht kleiner Koaks ausgebreitet, die beim Schmelzen des Eisens auf seine Oberfläche steigen, seine Entkohlung mehr verhindern, und ihm eine sehr hohe Temperatur geben. Der Herd hat am Roste dieselbe oder eine noch größere Breite als dieser, wird aber, um die Flamme zu konzentriren, nach dem Fuchse immer schmaler.

Die Neigung des Herdes nach dem Abstiche hin ist je nach dem Zwecke des Ofens verschieden; denn diese ist der entscheidenste Moment in Bezug auf die Veränderung des Eisens durch das Umschmelzen. Je mehr der Herd das Eisen in kleinen Partieen der Flamme aussetzt, desto größer wird die Veränderung; je schneller dagegen er die Eisentropfen der Flamme entzieht und in das Eisenbad führt, desto geringeren Einfluß wird die Flamme haben. Auch die Temperatur des Eisens, bei gleicher Temperatur des Ofens, ist davon abhängig, weil ein tiefes Eisenbad nie eine so hohe Temperatur annimmt, als ein flaches.

Die Herde sind entweder horizontal (wenigstens nahe) (Fig. 2, Taf. 2), oder sie senken sich nach dem Abstiche (Fig. 6, Taf. 1). Ist das letztere der Fall, so sammelt sich die Eisenmenge am Abstich, in einem eigenen Tümpel, an der Feuerbrücke bleibt wenig stehen. Jeder schmelzende Eisentropfen läuft, wie man dieß sehr leicht durch die Thüren beobachten kann, gleich einem dünnen Faden von oben nach unten, und ist mehrere Sekunden lang von der Flamme bespielt; es wird ihm daher viel Kohle entzogen; eben so geht es mit der dünnen Schicht Eisen, die an der Feuerbrücke stehen bleibt; besonders heftig geschieht dieses Entkohlen beim Holzkohleneisen, das, wie wir oben sagten, sich viel leichter verändert als Koakseisen; es ist leicht einzusehen, daß diese Entkohlung nie gleichmäßig seyn kann, und daß daher, wo es darauf ankommt, eine ganz bestimmte Eisensorte, zumahl aus Holzkohleneisen zu erzeugen, diese Öfen nicht zweckmäßig seyn werden. Wirklich geben so geneigte Herde aus Holzkohleneisen ein höchst unsicheres Produkt, und verändern das Eisen so gewaltig, daß

meist schon bei zweimahligem Umschmelzen das ganz graue Roheisen vollkommen weiß und krystallinisch wird. Dazu kommt, daß das im Tümpel gesammelte Eisen nicht bis zum höchsten Temperaturgrade zu bringen ist, da es zu wenig Fläche und zu viel Masse biethet, und zu entfernt ist vom Roste; auch ist es andererseits eine vielfach begründete Erfahrung, daß das Eisen sehr heiß in die Form kommen muß, wenn es eine große Zahl von Erschütterungen (Geschütz, Walzen, Brücken) aushalten soll. — Durch die starke Entkohlung, von der wir sprachen, bildet sich eine Menge unschmelzbares und verschlacktes Eisen, die das sogenannte Schaleneisen geben, das nur schwer wieder zu gut zu machen ist, und da es oft bis zu 12 Prozent des Ausbringens steigt, die Schmelzkosten bedeutend erhöht. — So unvortheilhaft die starke Neigung des Herdes daher für Holzkohleneisen, und zumahl für den Guß von Artikeln ist, wo es auf große Haltbarkeit ankommt, so vortheilhaft zeigt sie sich doch aber, wenn man Koakeisen verschmilzt, und zumahl wenn man mit Kellen aus dem Ofen schöpft. Bei den davon zu gießenden Artikeln ist die Haltbarkeit nicht eine so wichtige Eigenschaft, das Schöpfen ist bequem, und der Abbrand ist bei dem weniger veränderlichen Koakeisen nicht so bedeutend. Dieß kann ein mehrmahliges Umschmelzen auf solchen Herden sehr gut ertragen, ja es wird bis zu einer gewissen Gränze immer besser dadurch, und will man aus etwas grauem Koakeisen sehr haltbare Artikel, z. B. Walzen gießen, so muß man es auf solchen Herden 2 bis 3 Mahl zuvor umschmelzen. Auf horizontalen Herden würde es sich aber kaum entkohlen.

Beim horizontalen Herde, d. h. bei etwa nur 2 Zoll Fall, sinkt jeder Eisentropfen senkrecht nieder in das über die ganze Fläche verbreitete Eisenbad; er ist also nur die Fallzeit über vom Feuer umspielt. Die Flamme heitzt die ganze Fläche, durchwärmt die dünne Schicht bis zum höchsten Grade, und frischt keinen einzelnen Theil, so daß das geschmolzene Eisen beim Abfließen fast den reinen Herd zurückläßt. Da hier die Veränderung also gering ist, so fällt sie auch gleichmäßiger aus, und man hat sie mehr in der Hand, als bei geneigten Herden. Diese horizon-

talen Herde sind daher jetzt in allen besseren Geschützgießereien, die Holzkohleneisen verschmelzen, eingeführt.

Das Gewölbe, das sich über den Rost und Herd hinzieht, muß aus sehr feuerfestem Material, etwa 8 Zoll dick, gemauert seyn; es stützt sich am Rost auf eine starke, in die Seitenmauern eingefügte Eisenplatte (MN, Fig. 5, 6 und 2), die aber nur so viel über dem Roste erhöht seyn darf, daß man die Stäbe heraus nehmen kann, weil sonst kalte Luft über dieselbe tritt, und den Luftzug schwächt. Je mehr der Herd geneigt ist, desto mehr muß es das Gewölbe auch seyn, desto schwieriger wird sein Bau, und desto mehr leidet es von der dagegen schlagenden Flamme; noch ein Grund, die Herde, so viel es angeht, horizontal zu legen. Die senkrechte Entfernung des Gewölbes vom Herde richtet sich nach der Menge, mehr aber noch nach der Form des Eisens, das umgeschmolzen werden soll. Da, wo z. B. verlorne Köpfe großer Geschütze u. s. w. eingelegt werden müssen, darf sie nicht zu klein seyn; doch verliert man mit zunehmender Entfernung bedeutend an Wirkung der Flamme; man macht sie daher nicht gern größer als $^1/_2$ bis höchstens $^3/_4$ der Länge des Rostes. — Das Gewölbe hat immer etwas mehr Neigung als der Herd, damit der Ofenraum sich nach dem Fuchse hin verenge. An einigen Öfen mit sehr geneigtem Herde hat man da, wo das Gewölbe an den Fuchs gränzt, noch eine einzelne, einige Zoll gegen den Herd senkrecht hinabgehende Zunge angebracht, um die Flamme mehr auf den Tümpel stichartig hinabzuwerfen, und dadurch das Eisen besser zu heitzen.

Die Umfassungsmauern des Ofens müssen wie das Gewölbe von feuerfestem Material seyn. Man nimmt zu den Ziegeln gewöhnlich 2 Theile rohen feuerfesten Thon und 1 Theil zerschlagene alte Ziegel, zum Mörtel 2 Theile solchen Thon und 1 Theil reinen Sand. Um das Auseinandertreiben der Mauern zu verhüten, verankert man sie.

An einer langen Seite des Ofens befindet sich das Schürloch (F), das nach außen trichterförmig konstruirt ist; hier wird das Brennmaterial auf den Rost geworfen. Man verschließt es mit Kohlen. An derselben oder der entgegengesetzten Seite ist in der Mitte der Herdlänge die Ladethür (G) angebracht, die durch

Gegenwichte gehoben wird, und die man durch Zuschmieren und gegen geschütteten Sand möglichst gut während des Schmelzens zu verschließen sucht. Sie besteht aus einer gegossenen Eisenplatte, die mit Lehm dick bestrichen, und des Springens wegen mit Einschnitten versehen ist. Die Schwelle dieser Thür wird durch eine eiserne Schiene gebildet, damit sie beim Ofenladen nicht beschädigt werde. Eine kleine Öffnung in der Thüre erlaubt, während des Schmelzens auf den Herd zu sehen. Das Laden geschieht jetzt meistens vor dem Anheitzen des Ofens, doch wird auf vielen Gießereien der Ofen erst angewärmt und dann das Eisen geladen. Die Arbeit ist vielleicht ökonomischer, aber beschwerlich für die Schmelzer und zeitraubend. Doch dürfte diese Methode bei zum ersten Mahle geheitzten Öfen zweckmäßig seyn. Die größten Gußstücke werden am nächsten der Brücke gelegt. Man legt Steine unter das Eisen, und packt es, wenn es aus kleinen Stücken besteht, nicht dicht, damit die Flamme es umspielen könne. An der dem Rost entgegengesetzten schmalen Seite des Ofens befindet sich, wenn das Eisen geschöpft werden soll, ein Schöpfloch über dem Tümpel J, und wenn es ausfließen soll, eine Abstichöffnung H auf dem tiefsten Punkte des Herdes. Man hat beim Geschützguß in Lüttich, wo man sich horizontaler Herde bedient, bemerkt, daß das Bodenstück der Geschütze leicht beim Schießen ausgesprengt werde, wenn das Eisen beim Gusse zu wenig erhitzt gewesen, und daß dieß schon geschieht, wenn man das an der Sohle befindliche Eisen, was allerdings weniger heiß ist, als die obere von der Flamme bespielte Schicht, in das Bodenstück laufen läßt, wie dieß immer Statt finden muß, wenn der Abstich an der Sohle des Herdes angebracht ist. Man hat daher an diesen Orten zwei Abstiche angebracht, den einen einige Zoll unter dem Eisenspiegel, und den zweiten wie gewöhnlich an der Sohle (Fig. 1, Taf. 2), und sticht nun erst das obere heißere Eisen ab, das in das Bodenstück läuft, und läßt dann sehr schnell das untere in das Längefeld und den Kopf des Geschützes folgen. — Das Abstichloch (bei Öfen mit zweien das untere) muß 1 bis 1/2 Zoll über der Hüttensohle liegen, damit man dem Eisen beim Ausfluß beliebigen Fall geben könne.

Der Betrieb des Flammofens erfordert viele Sorgfalt, wenn

mehr als Gewöhnliches damit geleistet werden soll. Für Gegenstände, die einer großen Haltbarkeit bedürfen, muß schon bei der Wahl des Rohmaterials mit großer Sorgfalt verfahren werden; denn ist dieses an sich durch Roth- oder Kalkbruch untauglich, ist es zu licht, so daß es ein Umschmelzen nicht mehr verträgt, oder aber ist es zu grau, um durch die dem Flammofen zu Gebothe stehende Kraft hinreichend umgewandelt zu werden, so ist man auch bei der geschicktesten Behandlung des Flammofens nicht im Stande, ein gutes Produkt zu erzeugen. Besonders wichtig wird dieß bei dem Geschützguß, und man sollte kein Geschütz aus unprobirtem Roheisen gießen, weil man selbst durch die stärksten Proben am fertigen Geschütz nicht hinreichende Sicherheit für die Haltbarkeit gewinnen kann.

Bei den großen Geschützgießereien in Frankreich und den Niederlanden, wo man das Roheisen von nahe gelegnen Hochöfen kauft, wird keine Lieferung ohne Probe angenommen. Diese Probe besteht darin, daß man die Gänze zerschlägt und das Bruchansehen genau untersucht; man kennt aus Erfahrung schon den Grad von Graphitabsonderung, die dem Flammofen entspricht, und verwirft alle zu grauen Gänge, die eine konvexe blasige Oberfläche haben. Mit den Gänzen zugleich werden Stangen von bestimmten Dimensionen geliefert, die man durch Gewichte zerbricht, und ihre Haltbarkeit als Kontrolle der großen Probe betrachtet. Von den für gut gehaltenen Gänzen werden so viel Stücke genommen, als zu einer Ofenladung gehören, diese in demselben Ofen umgeschmolzen, aus dem das Geschütz gegossen werden soll, und daraus ein Geschütz von einem bestimmten Kaliber (ein Achtpfünder) gegossen; zugleich gießt man auch wieder einige Bruchstangen. Das Probegeschütz wird nun mit immer steigender Ladung bis zum Springen beschossen; springt es vor einer gewissen Anzahl Schüsse, so wird das Eisen verworfen. Zugleich zerbricht man die Probestangen, um zu sehen, ob das Eisen beim Umschmelzen haltbarer geworden: Das Roheisen fällt fast nie zu licht, sondern meist zu grau aus; hat daher der Flammofen es bei diesem Probegeschütz hinreichend entkohlt, so wird dieß beim wirklichen Guß um so sicherer geschehen, da man hier noch altes Abgangseisen, z. B. verlorne Köpfe, das schon einmahl umgeschmol-

zen ist, zu großen Theilen mit einsetzen muß, um es wieder zu gute zu machen *). Ist man auf diese Weise von der Tauglichkeit des Rohmaterials überzeugt, so bedarf jedes einzelne Geschütz nur einer schwachen Probe, um die Güte des einzelnen Gusses zu prüfen (die durch mit gegossene und zerbrochne Probestangen noch kontrollirt wird), und man kann die strengen Proben sparen, die, wie erwähnt, die Haltbarkeit des Geschützes sehr schwächen.

Der Grad der Dekarbonisation, den das Eisen bei gutem Betriebe in einem Flammofen erleidet, wird, wie erwähnt, im Allgemeinen durch die Ofenkonstruktion bedingt (durch Größe des Luftzuges, Lage des Herdes u. s. w.). Es gibt zwar einige Mittel, diese Entkohlung für einzelne Schmelzungen um etwas zu erhöhen oder zu schwächen, jedoch ist ihre Anwendung immer ziemlich unsicher. Das zuverläßigste Mittel, die Vergrößerung der Entkohlung, wäre jedenfalls ein mehrmahliges Umschmelzen; allein es wird sehr theuer und zeitraubend, und ist bei Koakeisen nur auf stechenden, mit Holzkohleneisen nur auf horizontalen Herden ausführbar. Am häufigsten hilft man sich mit der Gattirung, indem man dem mehr zu entkohlenden Eisen mehr, dem weniger zu entkohlenden weniger altes, schon mehrmahls umgeschmolzenes Eisen zusetzt. Im ersteren Falle hat man auch mit Glück Schmiedeeisen zugegeben, das aber erst in den Ofen gebracht werden darf, wenn das Gußeisen schon im Flusse ist. Geringere Erhöhung der Entkohlung wird durch wiederhohltes Öffnen der Ladethüre, besonders aber durch mehrfaches Umrühren des flüssigen Eisens bewirkt. Eine Verminderung des Entkohlens bringt man am besten durch ein Aufschütten glühender Kohlen über das Eisenbad hervor.

Ein Probiren des Eisens, während des Schmelzens, was an einigen Orten gebräuchlich ist, und darin besteht, daß man einen Löffel voll schöpft, und ihn in eine feuchte Form gießt, wo dann ein weißer krystallinischer Bruch als Kennzeichen eines hinreichend entkohlten Eisens angesehen wird, gibt nur einen sehr ungefähren Aufschluß über den Zustand des Metalles.

Es kömmt viel darauf an, das Eisen möglichst schnell nieder-

---

*) In Lüttich wird auf $^1/_3$ neues Eisen $^2/_3$ altes zugesetzt.

zuschmelzen, indem der Abgang durch das verbrennende und frischende Eisen um so größer wird, je länger es der Flamme in festem Zustande dargebothen wird; sobald es flüssig geworden, ist die Fläche, die von der Flamme bespült wird, viel kleiner, und die Wirkung bleibt nun nur heitzend, nicht mehr so sehr oxydirend und dekarbonisirend. Durch langes Glühen vor dem Schmelzen bildet sich an jedem Eisenstück eine unschmelzbare Hülle, die der Schmelzbarkeit des Eisens überhaupt großen Widerstand leistet, und die übrig bleibenden Schalen sind oft schwer, selbst auf dem Hochofen mit durchzusetzen; sie werden nur im Frischfeuer mit Vortheil zu Gute gemacht. Besonders geneigt, solche Rückstände zu geben, sind stark eingerostete Eisenstücke, weßhalb man diese möglichst zu vermeiden hat.

Von höchster Wichtigkeit für die Erzeugung des haltbaren Eisens ist es, dieses vor dem Gusse bis zur höchstmöglichen Temperatur zu steigern, eine Regel, die bisher nicht immer beachtet wurde; besonders entscheidend zeigt sich dieß beim Geschütz und Walzenguß, wo das Eisen neben vieler Kohäsion auch eines höheren Grades von Elastizität bedarf. Kalt gegossene Geschütze und Walzen, so brauchbar sie sich auch im Anfange zeigen mögen, springen doch bald bei längerem Gebrauche; deßhalb sollte man, wenn beim Schmelzen Unregelmäßigkeiten vorfielen, der Ofen beschädigt wurde u. s. w., niemahls Artikel gießen, von denen man große Haltbarkeit verlangt. Es scheint als hätten bei kaltem Gusse die einzelnen Theilchen des Eisens nicht Zeit, sich ruhig neben und über einander zu lagern, und als bleibe in der Masse eine gewisse Spannung zurück, welche die geringe Elastizität und das Springen bei länger fortgesetzten Erschütterungen bedingt. Eine rasche Abkühlung ist zwar in dieser Beziehung ebenfalls schädlich, doch scheint sie nicht so durchgreifend zu wirken, als der kalte Guß. Eine Probestange, die man unmittelbar am Ofen gießt, wird meist bedeutend stärker als eine andere, zu der man das Eisen durch die Hütte tragen muß; so erheblich ist diese Einwirkung. Im Bruche ist nur mit sehr geübtem Auge bei halbirtem Eisen der zu kalte Guß zu erkennen, indem dann die Gruppen sehr nah an einander und klein sich bilden. Man heitze daher das Eisen so lange, bis im Ofen auch nicht eine Spur von rother

Gluth mehr sichtbar ist, und alle Theile einen milchweißen Glanz angenommen haben, dann gieße man rasch, und in die möglichst dem Abstichloche nahe gerückte Formen. Zum Erreichen der richtigen Temperatur bedarf es in Flammöfen von 60 Zentner Einsatz etwa noch dritthalb bis drei Stunden, nachdem das Eisen vollkommen herunter geschmolzen ist. Um überhaupt dem Eisen diese hohe Temperatur geben und dabei einen möglichst geringen Abbrand und gleichförmiges Produkt erreichen zu können, bedarf es großer Aufmerksamkeit beim Heitzen des Ofens. Der Schmelzer muß dafür sorgen, daß der Rost nicht verstopft wird; er muß immer frisch aufschütten, wenn der Rost noch ganz mit Brennmaterial bedeckt ist, weil sonst das Metall erkaltet; er muß darauf achten, daß keine unrichtige Öffnung den Zug vermindert. Beim Abstich ist darauf zu sehen, daß das Loch gleich möglichst weit geöffnet werde, damit das Eisen nicht in dünnem Strahl fließe und erkalte.

Eine Prozedur, die das Erreichen der höchsten Weißglühhitze begünstigt, und die wir schon oben als die Dekarbonisation mindernd anführten, ist das Bedecken des Metallbades mit Kohlenklein, besonders mit Koaks. Zu diesem Zwecke breitet man, ehe man den Ofen ladet, auf die Sohle eine dichte Schicht Kohlenklein, die beim Schmelzen aufsteigt. Will man später noch neue Kohlen auf das Metall schütten, so muß man sie vorher gehörig erhitzen, oder besser noch glühend machen.

Nach beendetem Gusse muß der Ofen sogleich ausgearbeitet werden, damit sich die Schlacken nicht auf dem Herde festsetzen, auch muß dieses Ausarbeiten schnell geschehen, damit der Ofen bald wieder geschlossen werden, und einer langsamen Abkühlung überlassen werden könne, weil er sonst Sprünge bekommt. Man verschließt dabei die auf dem Schornstein befindliche Klappe. Die Roststücke werden sogleich herausgezogen, weil sie durch die viele zuströmende Luft zu schnell oxydiren würden, indem sie nun nicht mehr mit Kohle bedeckt sind. Die englischen Roststücke haben kleine rinnenartige Einschnitte, in die sich die Schlacke einsetzt, und durch ihr Schmelzen den Stücken einen glasartigen Überzug gibt, wodurch sie mehr vor dem Oxydiren geschützt werden. — Gestattet es der Betrieb, so ladet man den Ofen gleich wieder nach

dem Gusse, wo dann das neu eingesetzte Eisen sehr bald ins Schmelzen kommt, und man sehr bedeutend an Brennmaterial erspart.

Der Schmelzabgang ist sehr verschieden. Bei horizontalen Herden geht er nicht über 6 Prozent, doch dagegen bei sehr stechenden Herden wohl bis zwanzig. Bei Steinkohlenfeuerung gehen etwa auf 100 Pf. Eisen (Einsatz) 50 bis 70 Prozent Kohlen, und bei Holzfeuerung das Dreifache (150 — 200 Pf. Holz) als Brennmaterial auf.

Förmerei. Das Formen geschieht beim Eisenguß über Modelle, die nicht, wie es bei der Bildgießerei meistens der Fall ist, in der Form zerstört werden. Nur einige Artikel der Lehmförmerei (s. unten), wo man das Gußstück überhaupt nur ein Mahl abgießen will, und die Anschaffung eines hölzernen oder metallenen Modells für dieß eine Mahl zu theuer werden würde, werden noch auf diese Weise geformt.

Die Modelle werden jetzt fast durchgängig von Holz angefertigt, wenn man nur einen oder einige Abgüsse machen will, und in Bronze oder Eisen, wenn sie zu einem stehenden Artikel gehören, dessen Gestalt unveränderlich für eine lange Reihe von Güssen beibehalten werden soll; also die Geschütze in den Geschützgießereien, die Töpfe bei dem Potterieguß, die Schmucksachen in den Bijouteriegießereien u. s. w.

Alle Modelle zu größeren Gußstücken müssen um so viel in allen Dimensionen größer gemacht werden, als das flüssige Eisen beim Erkalten sich zusammenzieht; dieß ist bei jeder Eisensorte ein anderes Maß (Schwindmaß), ja es ist bei jedem Eisen, je nach der Temperatur, in der es gegossen wird, verschieden. Dieses Schwindmaß muß man daher bei dem anzuwendenden Eisen kennen, wenn man nach einer Zeichnung ein Modell machen will. Am größten ist das Schwinden bei grauem Eisen, am geringsten bei weißem. Im Durchschnitt kann man es auf $1/20$ rechnen, doch nimmt es in einem steigenderen Verhältniß als die Größe des Gußstückes zu; besonders stark tritt das Schwinden in der senkrechten Dimension der Form ein, weßhalb man bei allen größeren Artikeln, die man stehend (d. h. mit ihren längsten Dimensionen senkrecht) gießt, immer dem nach oben kommenden Theile des Modells ein

eigenes Stück, den sogenannten **verlornen Kopf** aufsetzt, den man mit einformt, der sich daher beim Gießen mit Eisen füllt, und das in der eigentlichen Form sinkende Eisen ersetzt, zugleich aber auch, wie wir noch näher erörtern werden, das erkaltende Eisen drückt, und so verdichtet. Bei Gußstücken, wo es sehr genau auf die Dimensionen ankommt, z. B. beim Munitionsguß, wird dieses Modell nicht bloß auf das bestimmte Eisen, sondern auch auf eine gewisse Temperatur eingerichtet, so daß der Förmer beim Gusse auf diese mittlere Temperatur Rücksicht nehmen, und das Eisen, wenn es zu heiß seyn sollte, etwas in den Kellen abkühlen lassen muß, wenn die Kugeln nicht zu klein ausfallen sollen.

Um die Modelle wieder aus der fertigen Form heraus bekommen zu können, muß man diese theilen, und um diese Formtheile wieder bequem bilden zu können, muß das Modell meist in eben so viele analoge Theile zerschnitten seyn. Die eigentliche Kunst des Modelleurs besteht in der richtigen Theilung der Modelle, deren Grundsatz, daß jeder Theil sich leicht aus der Form müsse ausheben lassen, ohne durch einen vorstehenden Theil daran gehindert zu werden, allerdings sehr einfach erscheint, aber in der Anwendung oft sehr schwierig durchzuführen ist. Bei Rädern und andern symmetrischen Körpern modellirt man meist nur einen Theil des Ganzen, und formt mit diesem Theile nach einander das Ganze; auch formt man ebene Platten wohl bloß mittelst eines Richtscheites, doch gehört dazu große Genauigkeit und Übung des Förmers. Bei Holzmodellen muß noch darauf gesehen werden, daß man mehrere Holzstücke mit ihren Fasern über einander in umgekehrter Richtung verbindet, sonst würde sich das Modell, bei wiederhohltem Feuchtwerden durch das Formmaterial werfen und verziehen.

Für Bild- und Schmuckgießerei, wo die Modelle größtentheils von den Künstlern selbst angefertigt werden, theilt man die Modelle nicht, sondern läßt sie im Ganzen. Die Formen werden in zwei oder mehreren Theilen über das Modell gefertigt, und da, wo dieses einzelne vorspringende Theile hat, füllt man diese vorher mit sogenannten Bind- oder Kernstücken, und formt, wenn auf diese Weise alle Theile, die in der Form festsitzen

bleiben, wieder ausgeglichen worden, wie gewöhnlich darüber, nimmt dann die Form aus einander, hebt die Bindstücke behutsam vom Modell ab, nimmt das Modell ganz aus dem untern Theile der Form, und setzt nun die Bindstücke in die Form ein, wo sie hin gehören.

Die Modelle für die Kerne bei hohl zu gießenden Stücken müssen immer leicht zerstörbar seyn, um sie nach dem Gusse leicht heraus schaffen zu können; man bildet sie meist von Lehm oder thonreichem Sande, und gibt ihnen durch eine eiserne, hölzerne oder gemauerte Unterlage Festigkeit. Wir kommen unten noch darauf zurück.

Das Formen für den Guß in Eisen ist in vielfacher Beziehung schwerer, als für andere Metalle. Das Gußeisen bedarf zum Schmelzen einer bei weitem höheren Temperatur, als die andern Metalle, es kömmt daher viel heißer in die Form, spült feinere Vorsprünge leichter ab, es hat eine große Neigung zu krystallisiren, sich dabei zu verziehen und auf die Wände der Form zu drücken; der Wohlfeilheit der meisten Artikel wegen kann man nicht viel Zeit auf das Formen und das Überarbeiten der Gußstücke verwenden, die Oberfläche des heißen Eisens oxydulirt leicht, das Oxydul bildet mit dem Formsande eine leichtflüssige Schlacke, die schorfartig an das Eisen anbackt; endlich muß man sehr vorsichtig in der Wahl der Form seyn, in Bezug auf ihre Wärmeleitung, weil ein übrigens vollkommen gelungener Artikel völlig unbrauchbar seyn kann, wenn er bei der Abkühlung zu weich oder zu hart geworden.

Das Formmaterial für Eisen wird daher sehr verschiedene Eigenschaften haben müssen, die sich nicht in einer Substanz vereinigt finden. Man muß deßhalb, je nach den Umständen, ein anderes wählen; doch werden im Allgemeinen Sand und Thon in verschiedenen Verhältnissen gemengt ausreichen; nur wo man, eine oberflächliche Härtung hervorzubringen, sehr stark wärmeleitender Formen bedarf, wird man Gußeisen dazu nehmen. Das richtige Verhältniß von Sand zu Lehm zu finden, ist die eigentliche Kunst des Förmers. Es kömmt dabei darauf an, so viel als möglich dem Formmaterial selbst die Festigkeit, der es bedarf, ohne Formkasten zu geben, weil eben die große Menge von Formkasten,

die nur immer für einen Artikel zu brauchen sind, die Kostbarkeit des Inventariums herbeiführt, die oft jeden Verdienst an der Waare verhindert. Bei kurrenten Artikeln machen sich diese Kosten wieder bezahlt, weil sie ein weit schnelleres und genaueres Formen zulassen. Wie weit man in der Festigkeit des Formmaterials für jeden Artikel gehen darf, richtet sich nach den Umständen. Je mehr der Sand vorwaltet, desto rascher geht das Formen, desto schärfere Abdrücke nimmt die Masse an, desto weniger schwindet und reißt die Form beim Trocknen, desto weniger Bindung hat aber die Masse auch, und bei den am meisten sandhaltigen Formen geht dieß so weit, daß man sie gar nicht trocknen darf, weil sie sonst wieder zusammen fallen würden. Solche feuchte Formen kann man aber nur anwenden, wenn es entweder nichts schadet, daß das Eisen weiß abschreckt, oder wenn man sehr graues Koakroheisen verschmelzt. Diese Formmethode ohne Trocknen ist die allerraschehte und vortheilhafteste für kleinere Artikel, die in großen Mengen angefertigt werden. Für Artikel aber, die sehr haltbar werden sollen, die eine weiche Oberfläche haben müssen, und die dabei zu dick sind, um diese durch Adouziren hervor zu bringen, muß man getrocknete Formen anwenden; diese müssen, um dieß zu ertragen, mehr thonhaltig seyn; doch haben nur diejenigen, die einen bedeutenden Thonüberschuß besitzen, Festigkeit genug, um der Formkasten nich zu bedürfen. Je mehr der Thon vorwaltet, desto größer ist die Bindungskraft, desto langsamer die Abkühlung, desto weichere Flächen bekömmt daher das Gußstück, und desto haltbarer wird es; desto mehr reißt aber auch die Form beim Trocknen auf, desto mehr verliert sie ihre Dimensionen, und desto schwerer nimmt sie scharfe Eindrücke an, obwohl bei recht sorgsamer Behandlung, die aber nur bei Schmucksachen lohnend ist, der Thon viel schärfere Abdrücke gibt, als der feinste Sand.

In neuerer Zeit hat man dem Formmateriale noch Koaksstaub zugemengt; und obwohl dadurch die Masse weniger bindend wird, und man den Thongehalt deßhalb etwas vergrößern muß, so gewinnt man doch in sofern, daß die Bildung des Eisenoxyduls und der schorfartigen Verbindung desselben mit der Kieselerde mehr verhindert wird, und man dadurch glattere Oberflächen des Guß-

stückes bekommt; auch wird die Sandform durch diesen Koaksstaub weniger wärmeleitend. Man bedient sich zu dieser Beimengung der Koaksstückchen, die unter den Rost fallen; besser aber noch ist es, große, vollkommen ausgebrannte Koaks zu pulvern. Das Pulver muß auf das Feinste ausgesiebt und innigst mit der befeuchteten Formmasse gemengt werden. Man nimmt einen Theil Koaksstaub auf 5 bis 8 Theile Formsand, und gibt bei größeren Gußstücken weniger von dieser Beimengung zu, als bei kleinen. Die Befeuchtung geschieht mit Wasser, worin Koaksstaub, Pferdemist und Pfeifenthon eingerührt worden.

Die wichtigste Anforderung an das Formmaterial ist, daß es keine Gase beim Gusse entwickle, oder doch ihnen Gelegenheit gebe, auf einem andern Wege zu entweichen, als durch das flüssige Eisen, weil dieß sonst porös und voll Blasen wird. Je weniger Sand sich im Formmaterial befindet, desto dichter wird sie, desto schwerer finden die Gase einen Ausgang, desto sorgsamer muß man daher eine Gasentwicklung verhüthen. Die gewöhnlichen Ursachen dazu sind erstens und hauptsächlich die Feuchtigkeit, die selbst bei scharfem Trocknen und Glühen immer noch in den Formen zurückbleibt, und sich bei der höheren Temperatur, die ihnen das flüssige Eisen mittheilt, verflüchtigt. Sie entweicht theils als Wasserdampf, theils zersetzt sie sich, wo sie mit dem heißen Eisen in Berührung kömmt, wodurch das Kohlenwasserstoffgas entsteht, das beim Anzünden an der Atmosphäre detonirt und mit der hohen weißlich blauen Flamme brennt, die bei jedem größeren Eisengusse sichtbar wird. Man muß für ihr Verbrennen durch angezündetes Stroh, das man vor die Ausganglöcher der Formen hält, sorgen, weil sonst eine größere Menge sich von selbst mit einer heftigen Detonation entzünden, und theils die Form beschädigen, theils das flüssige Eisen umherwerfen könnte. Ferner entwickelt sich, wenn man sich eines mergelartigen Lehms zu den Formen bedient, oft Kohlensäure aus dem kohlensauren Kalk, in ziemlich beträchtlicher Menge. Man hüthe sich, bei großen Formen, die nicht recht scharf durchgebrannt werden können, vor diesem Material, weil es sehr häufig Mißglücken des Gusses veranlaßt; es ist leicht kenntlich an dem Brausen, das entsteht, wenn man im ungebrannten Zustande eine Säure darüber gießt.

Sehr häufig befinden sich in dem Thone oder Lehme organische Stoffe, die in einer höheren Temperatur ebenfalls Gase entwickeln; diese zerstört man in dem anzuwendenden Material durch ein langes Liegen an der Atmosphäre, wobei man dieser möglichst viel und häufig veränderte Oberfläche biethet.

Eine andere Anforderung an das Formmaterial ist, daß es bei der Temperatur des flüssigen Eisens unschmelzbar sey; ein Schmelzen ist aber nur bei einem sehr eisenschüssigen Sande und einem sehr kalkhaltigen Thone zu befürchten; man vermeide es daher, solche Materialien anzuwenden.

Die mechanische Vorbereitung des Formmaterials besteht in dem aus dem angführten Grunde nöthig werdenden Ausbreiten des Thons an der Atmosphäre, was man gern mehrere Jahre fortsetzt, und wobei es gut ist, den Thon an trocknen Tagen häufig zu befeuchten; er wird dadurch zugleich bildsamer. Wenn man ihn verwenden will, wird er wie der Sand durch verschiedene Siebe getrieben, um so in ihrer Feinheit verschiedene Sorten zu erhalten. Den Sand brennt man gern aus, ehe man ihn zum Formen anwendet. Er darf nicht staubig und auch nicht zu grobkörnig seyn. Man sondert ihn ebenfalls durch Sieben in mehrere Klassen. Die unmittelbaren Formwände werden aus den feinsten Materialien bereitet, zum Ausfüllen der Formkasten nimmt man den gröberen.

Unter den verschiedenen Formprozeduren, die man anwenden muß, um Sicherheit des Gelingens, Güte der Waare und ökonomischen Vortheil beim Eisenguß zu erlangen, kann man hauptsächlich drei in ihrer Behandlung fast ganz von einander abweichende Arten unterscheiden, es sind diese:

1) das Formen in Sand, der feucht bleibt;
2) das Formen in eine Mengung von Sand und Thon (Masse), die getrocknet wird;
3) das Formen in fast reinen Thon (Lehm), der ausgeglüht wird.

In nassen Sand formt man meist alle diejenigen Gegenstände, bei denen besonders auf Wohlfeilheit zu sehen ist, indem diese Formmethode, wenn man das Inventarium einmahl angeschafft hat, die allerschnellste und einfachste ist, die es gibt. Der

Sand, der für sich selbst nicht Festigkeit genug haben würde, wird in hölzerne oder eiserne Kasten eingeschlossen; Artikel aber, die bei geringer Dicke sehr lang und breit sind, so wie solche, deren geringer Werth das Anschaffen von Kasten nicht lohnen würde, formt man unmittelbar in die Hüttensohle (Herdförmerei). Alle die im nassen Sande gegossenen Artikel bekommen eine harte Oberfläche, besonders bei Holzkohleneisen, und wenn man nicht durch und durch weißes Eisen erhalten will, so wird man sich mit dem Grade der Anfeuchtung nach der Art des Eisens richten müssen, indem man die Formen an sich schon für lichtes Eisen nicht so stark anfeuchten darf, als für graues; da aber der Sand nur dem Wasser seine Bindung dankt, so darf man besonders an vorspringenden Theilen der Form diese nicht zu trocken machen, und es wird daher diese Formmethode am meisten für Koakroheisen, und zwar für die graueren Sorten desselben passen. Die Feuchtigkeit weicht beim Gusse durch die lockere Sandmasse, doch in einiger Maßen dicken Gußstücken setzen sich besonders bei dem schneller erkaltenden Holzkohleneisen oft Blasen fest. Um noch sicherer dieses Entweichen des Wasserdampfes durch die Formmasse zu erreichen, sticht man nach dem Einformen des Modells tiefe Löcher in die dicksten Theile der Masse, damit in diesen sich der durch den Sand entweichende Dampf sammle und abgeführt werde.

Um auf dem Herde zu formen, wird der Boden der Hüttensohle, der aus feuchtem, etwas thonhaltigem Sande und Kohle gemengt ist, gut aufgelockert und geebnet; hat man Gegenstände, die sauber ausfallen sollen, so siebt man feineren Sand auf. Man bringt nun das hölzerne Modell (Gitter, Platten aller Art, Bögen zu kleinen Brücken) auf die Sandfläche, und sieht zu, daß es horizontal liege, klopft es darauf leise an, doch so, daß es horizontal bleibt, füllt zwischen das Modell dieselbe Formmasse, drückt sie mit der Hand fest dagegen, stampft sie ein, und ebnet sie oben genau mit der oberen Modellfläche. Man sticht dann mit einem eisernen Spieße mehrere Löcher in die Form, wie gesagt, das Entweichen der Dämpfe beim Gusse zu erleichtern, befestigt einzelne hervorspringende Theile der Form mit hölzernen Nägeln an den Boden, um sicher zu seyn, daß sie beim Ausheben der Form nicht

losgerissen werden, fährt mit einem nassen Pinsel längs den Kanten des Modells hin, damit der Sand sicher stehe, klopft behutsam an alle Theile des Modells, um sie von der Form abzulösen, und hebt es dann mittelst mehrerer Handhaben behuthsam mit schwach zitternder Bewegung aus der Form, die dann noch mit kleinen Kellen ausgebessert wird. Darauf bestaubt man, um das Anbacken des Sandes am Eisen zu verhindern, die Form mit feinem Kohlenpulver, das sich in einem leinenen Beutel befindet. Den Staub drückt man mit den Kellen, und in den tieferen Stellen mit dem Modelle selbst fest. Über der Form werden ein oder bei großen Flächen mehrere erhöhte Eingüsse für das Eisen angelegt, die ganz flach in diese Form einmünden. Nach dem Gusse wirft man warme Erde über das Gußstück, um die Abkühlung zu verzögern; doch muß das Eisen vorher schon oberflächlich erstarrt seyn.

Bei dieser Formmethode, die man die offene Herdförmerei nennt, wird die obere Fläche der Gußstücke nicht glatt, und etwas konkav eingesunken. Will man dieß vermeiden, so bedeckt man die Form mit Eisenplatten, die mit einem Lehmüberzuge versehen, ausgeglüht und geschwärzt sind. Man nennt diese Formmethode die verdeckte Herdförmerei; man legt dann den Einguß möglichst hoch, damit das Eisen mehr Fall habe, und auch gewiß bis an die Deckplatte steige.

Kommen bei der Herdförmerei kleine Öffnungen, Einschnitte u. s. w., wie z. B. die Zähne an Rädern vor, so ist es besser, die dazu gehörigen Kerne in Lehm zu formen, sie scharf zu trocknen, und sie in die Form einzusetzen; wollte man sie ebenfalls in Sand bilden, so dürften sie weggespült werden.

Zur Kastenförmerei wendet man etwas mehr klebenden Sand und hölzerne oder gußeiserne Kasten an; zu sehr großen Artikeln, besonders wenn sie selten abgegossen werden, wo man sich überdieß mehr Zeit nehmen kann, bedient man sich der hölzernen Kasten, sie sind wohlfeil und leicht zu beschaffen; zu allen Artikeln aber, die in größerer Menge gegossen werden, und wo daher die Förmerei sehr schnell, und dünner Dimensionen wegen genau geschehen muß, wende man nur eiserne gut auf einander gepaßte an. Die erste Auslage ist allerdings bedeutend, allein sie macht sich bald hinreichend bezahlt. Für Gegenstände, die dünne Dimen-

sionen haben, daher keinen großen Druck auf die Formwände üben, kann man, zumahl bei Anwendung eines fetteren Sandes, sich mit Kasten begnügen, die bloß breite Ringe bilden; allein bei massiveren Stücken müssen sie nach allen Seiten, mit Ausnahme dort, wo sie auf die anderen Kasten aufpassen, verschlossen seyn, damit die Form nicht nachgeben könne. Es ist dann zu empfehlen, die Wände der Kasten, besonders wenn sie groß sind, durch kleine Öffnungen zu durchbrechen, um den Gasen leichtern Ausweg zu schaffen. Die zusammen gehörigen Kasten passen mittelst angegossener Ringe und darein passender starker Stifte aus Schmiedeisen sehr genau und unwandelbar auf einander. Bei großen Kasten macht man Löcher in diese Stifte und treibt Splinte hindurch. Im Allgemeinen müssen die Kasten so geräumig seyn, daß die Formwand noch 2 bis 2½ Zoll dick wird. Die Form und die Zahl der Kasten für ein Gußstück richtet sich ganz nach der Gestalt und der Theilung des Modells, und für die meisten Gußartikel müssen daher eigne Kasten vorhanden seyn.

Ist das Gußstück von der Art, daß es mit zwei Kasten geformt werden kann, und ist es dabei von bedeutender Schwere, so stellt man den Unterkasten auf die Hüttensohle, und formt in diesem die untere Modellhälfte ganz in der Art ein, wie es bei der Herdformerei beschrieben, wobei aber der Sand sehr fest unter dem Modell einzustampfen ist. Neben dem Modell legt man eine Vertiefung an, die sich nach dem Rande des Modells hebend in die Form einmündet. Diese Öffnung muß nicht so klein seyn, daß sie das Eisen im Einlaufen hinderte, sie muß aber doch möglichst schmal seyn, wie alle Eingüsse, damit sich nach dem Erkalten der Einguß leicht abschlagen lasse. Man ebnet die obere Fläche des Kastens, bestreut ihn mit trocknem Sande, damit sich der feuchte Sand des Oberkastens nicht mit dem des untern verbinde, setzt die obere Modellhälfte auf die untere genau auf, bringt den oberen Gußkasten auf den untern, paßt ihn auf und befestigt ihn; dann setzt man über die Stelle, wo die Eingußvertiefung im untern Kasten ist, einen hölzernen Propf, schüttet mit der Schaufel um diesen und über das Modell feineren feuchten Sand, und stampft diesen so fest als möglich, füllt dann den übrigen Formkasten mit gröberem Sande, und stampft ihn ebenfalls fest, jedoch nicht so

um die Kernstange einzuhängen. Diese Öffnung wird beim Formen verstopft, und nun wird die in zwei Hälften getheilte Granate ganz wie eine massive Kugel in die beiden Kasten eingeformt. Zum Kerne nimmt man einen thonreichen Sand, er wird auf einer Kernstange und in einer Kernform (Fig. 8, 9 u. 10, Taf. 2) geformt. Die Kernstange ist um die Hälfte dünner als das Mundloch der Granate werden soll (b c, Fig. 10). Sie ist in ihrer ganzen Länge hohl, und so weit sie in den Formlehm kommt, nach außen durchbrochen, auch sind mehrere korrespondirende quer hindurchgehende Löcher darin befindlich; oben hat sie die Öffnung a, durch die, um sie in der Granatform festzuhalten, der passende Splint gesteckt wird. Die Kernform Fig. 8 und 9 (Kernkasten) ist von Metall, und genau nach den vorgeschriebenen Dimensionen ausgedreht; sie hat zwei Öffnungen, die untere, in die der besondere Kernkasten Fig. 8, c d, für das Mundloch paßt, und eine obere, durch die man das Formmaterial einbringt. Zum Formen steckt mau einige Holzspäne durch die Formspindel, um dem Kern mehr Haltbarkeit zu geben; man schließt den Theil der Spindel, der nicht in den Kern kommt, in einen Fuß a b g e d h, Fig. 8 und 9 ein, setzt dann die beiden Hälften des Kernkastens A und B zusammen, und um den Ring c d, der das Mundloch bildet, füllt durch das obere Loch der Kernkasten C das Formmaterial ein, stopft es sehr fest, nimmt dann die Kernkasten ab, putzt den Kern, bestreicht ihn mit einem nassen Pinsel, und nimmt die Spindel aus dem Fuß. Man trocknet dann den Kern erst gelinde, dann scharf, und hängt ihn zum Gusse in den oberen Kasten der Granatform ein, indem man die Spindel durch die Schiene steckt, und sie durch den durch die Öffnung a (Fig. 7 und 8) geschobenen Splint unwandelbar befestigt.

Wasser- und Gasröhren gießt man ebenfalls in feuchte Sandformen; die Kerne dazu entweder aus Lehm auf Strohseile, die über eine dünne Spindel aufgewickelt sind, aufgetragen, oder sie bestehen aus durchlöcherten eisernen, mit Lehm bekleideten Röhren. In beiden Fällen müssen sie stark getrocknet werden. Sie ruhen mit ihren Achsenenden in Vertiefungen, welche in den Querwänden des Unterkastens der Röhrenform angebracht sind. Man gießt diese Röhren bei einer Neigung von 45° gegen den Horizont.

Das senkrechte Gießen wäre beschwerlich, und beim horizontalen Gusse würde die obere Hälfte der Röhre schaumig und löcherig werden.

Wenn man Artikel zu gießen hat, die keine harte Oberfläche bekommen sollen, die sehr großer Haltbarkeit bedürfen, ferner solche, wo die Form sehr weit vorspringende Ausbiegungen haben muß; so kann man nicht in nassen Sand formen; man muß dann trockene und dem flüssigen Eisen mehr Widerstand entgegensetzende Formen anwenden, und bedient sich dazu der zweiten Methode der Förmerei, der Massenförmerei, die sich nur darin von der Sandförmerei unterscheidet, daß der Sand mehr Thon enthält, und daß die Form, wenn sie fertig ist, ausgetrocknet wird. Je mehr die obigen Bedingungen gesteigert werden, desto fetter muß der Sand seyn; in eben dem Maße wird aber auch die Hitze beim Trocknen verstärkt werden müssen, weil die Feuchtigkeit, die hier nicht durch die Formwände entweichen kann, sich sonst durch das Eisen einen Ausweg bahnt. Alle Operationen sind vollkommen so, wie bei der Förmerei mit nassem Sande in Kästen. Die Masse wird nach dem Mengen gebrannt und gesiebt, und möglichst wenig angefeuchtet. Wenn man schon einmahl gebrauchte Masse wieder anwenden will, muß man sie mit Lehmwasser anfeuchten.

Auf allen Gießereien, mit Ausnahme der schwedischen, wird das Geschütz jetzt auf diese Weise geformt. Die Modelle dazu sind von Eisen, die Gußkasten für ein längeres Geschütz sieht man in der Zeichnung, Fig. 3 bis 5. Fig. 3 zeigt die Kästen und Modellstücke einzeln, Fig. 4 die Zusammensetzung der Formkasten und die innere Einrichtung der Modellstücke, Fig. 5 die vollkommen fertige Form von außen. Die Methode des Einformens ist die ganz gewöhnliche. Der verlorne Kopf, dessen Konstruktion der Gießerei überlassen bleibt, muß eine möglichst breite Basis haben, und wenigstens $^1/_3$ so schwer gemacht werden als das fertige Geschütz ist, wenn er das Eisen gehörig bis zuletzt verdichten soll. Wenn das Geschütz an einem Punkte seiner Länge eine sehr starke Verminderung der Dimension hat, so thut die Gießerei wohl, wenn ihr daran liegt, dem Geschütz die höchstmögliche Haltbarkeit zu geben, diese Dimension so weit im Modell zu

verstärken, daß in der ganzen Länge des Geschützes die Durchmesser nicht um so viel von einander abweichen, als das Kaliber beträgt; das Geschütz erstarrt ziemlich an allen Theilen gleich schnell, wird also an der dünnsten Stelle am ersten fest; sobald dieß geschieht, hört die Einwirkung des oberen Theils auf den untern, die in mechanischem Druck und in Ersatz des durch Abkühlen schwindenden Eisens besteht, auf, er wird daher lockerer und schwammiger als der obere, obwohl er gerade die meiste Festigkeit haben müßte. Gibt man aber dem Modell die genannte Modifikation, so wird, wenn die dünnste Stelle erkaltet, an der dicksten nur noch das Eisen flüssig seyn, das später ausgebohrt wird. Nach dem Erkalten dreht man die Verstärkung der dünnsten Dimension wieder ab; dieß macht allerdings einige Bearbeitungskosten mehr, allein diese werden durch die größere Haltbarkeit hinreichend belohnt. Den Schildzapfen gibt man im Modell auf der Seite nach, der Mündung zu, ihrer Länge nach, einen prismatischen Aufsatz; in diesem sammeln sich beim Gusse die etwa auf dem Eisen schwimmenden Unreinigkeiten, und die in diesem Raume oft sich haltenden Luftblasen, die dann beim Abdrehen der Schildzapfen fortgeschafft werden, während sie löcherige und rauhe Schildzapfen geben würden, wenn sie sich auf deren unmittelbaren Oberfläche angesetzt hätten. Man klemmt auch wohl zwischen die Formkasten des Zapfenstücks und Längenfeldes einen Strohkranz, und schiebt in die Schildzapfen einen Strohbüschel. Wenn diese verbrennen, wird durch die aufkochende Bewegung der Schaum und die Unreinigkeiten nach der Mitte getrieben. Unter der Traube erhält das Geschütz einen viereckigen Ansatz, um es in der Bohrmaschine und Drehbank einspannen zu können. Neuerdings hat man auch wohl unter diesem Merkmahl noch eine Kugel angeformt, die dazu bestimmt ist, das erste Eisen, das aus dem Ofen kommt und meist etwas matt ist, aufzunehmen, das sonst in den Theil des Geschützes kommen würde, der der größten Haltbarkeit bedarf. Man schneidet sie mit dem verlornen Kopfe zugleich vor dem Bohren ab. — Mit sehr großem Vortheil bedient man sich beim Geschützgusse der oben genannten Mischung von fettem Sande und Koaks, die bei guter Behandlung so glatte Eisenflächen gibt, daß sie keines Abdrehens bedürfen. Diese

Masse leitet dabei die Wärme schlechter als die gewöhnliche, so daß die in sie gegossenen Geschütze viel langsamer erkalten und schwerer werden. Auch sind diese Formen poröser und lassen die Feuchtigkeit besser durch. Die Wände der Formkasten müssen durchbrochen seyn. — Nach dem Formen wird die Formwand mit einem Wasser, worin sehr viel Pferdemist eingerührt, und das dann durch ein leinenes Tuch durchgeschlagen worden, angestrichen, dann bringt man die Formen 24 Stunden in eine scharf geheitzte Kammer, und schwärzt sie dann mit Wasser, worin drei Eimer Pferdemist, $^3/_4$ Koaksstaub und $^1/_4$ Pfeifenthon eingerührt sind. Darauf trocknet man die Formen abermahls 18 Stunden, aber weniger stark. Man setzt die Kasten wieder zusammen. Die Schwärze darf nicht zu dick aufgetragen werden, sonst löst sie sich beim Gusse ab, geht in das flüssige Eisen und bringt darin Absonderungen hervor, die nach dem Erkalten mit dem Hammer leicht weggeschlagen werden können, und das Gußstück unbrauchbar machen.

Die Bijouterien und kleinen Kunstsachen werden ebenfalls in Masse geformt. Man siebt auf das Modell die feinste Masse und füllt die Formkasten mit gröberer recht fest an. Die Kasten werden dann im offenen Feuer getrocknet, dann mit der Formfläche nach unten auf eiserne Stäbe gelegt, und indem man mit angezündeten sehr fetten Kienstücken darunter umher fährt, stark angeraucht, und dann wieder ans Feuer gebracht.

Die Trockenkammern, die bei der Massenförmerei nöthig werden, haben meist auch eine sehr unvollkommene Einrichtung; gewöhnlich verbrennt man Steinkohlen auf Rosten, deren auf jeder langen Seite der Kammer zwei sind; oben an der meist nur 5 Schuh hohen Kammer befinden sich die Schornsteine. Bei dieser Methode verbraucht man sehr viel Brennmaterial, und die Formen werden sehr ungleich ausgeheitzt; doch hat man selbst in England noch keine mehr ökonomische und sichere Methode auffinden können.

Bei sehr großen Gußstücken, für die das Anschaffen von Gußkasten zu theuer würde, zumahl wenn nicht dauernd dasselbe Gußstück gefertigt werden soll, bedient man sich der Formen in

noch fetterem Sande, in Lehm, der für sich oder mittelst eiserner oder gemauerter Gerüste die nöthige Haltbarkeit bekömmt.

In Schweden wendet man, da man der jährlich von anderen Staaten gemachten Bestellungen wegen keinen Gußkasten anschaffen kann, noch die Lehmförmerei zum Geschützguß an; statt aber, wie dieß sonst für Bronzegeschütz Sitte war, für jede Form ein eigenes Modell auf eine Formspindel zu machen, formt man dort über ein fertiges Modell von Holz, dem nur für jede Form neue Friesen und ein neuer Kopf von Lehm aufgesetzt, und das Ganze mit Talg bestrichen wird. Die eisernen Schildzapfen schraubt man an das Modell fest. Man formt über dieses Modell, indem man etwa 2 Zoll Lehm darauf trägt, diesen durch untergelegtes Kohlenfeuer behutsam trocknet, und ihm mit Längenschienen und Ringen Festigkeit gibt. Man bringt eine zweite Lage Lehm auf, die wie die erste behandelt wird. Die Form ist nun fertig, man schraubt die Schildzapfen los, stößt das Modell von vorn nach hinten, und die Schildzapfen von außen nach innen heraus. Das Modell läßt alle vorspringenden Theile, die deßhalb besonders aufmodellirt waren, in der Form zurück, die dann, wenn diese erhitzt wird, herausfallen oder leicht fortgeschafft werden können. Die Traube und der Boden werden besonders geformt, und der großen Form angehängt. Das Heitzen geschieht mittelst Kohlen, die man um die Form, und mittelst blecherner Schalen auch in die Form bringt; man muß damit sehr behutsam steigen, weil sonst Risse entstehen. Ganz sind sie nie zu vermeiden; sie werden dann vor dem Schwärzen zugestrichen. — Die Lehmförmerei für den Geschützguß ist sehr beschwerlich und zeitraubend, zumahl wenn man für jede Form ein Lehmmodell macht; doch kann man bei der schwedischen Einrichtung, wenn nur ein Modell und die Stäbe und Ringe für fünf Formen vorhanden, alle 20 Stunden einen Vierundzwanzigpfünder liefern. Diese Formmethode gibt aber immer sehr unsaubere Güsse, was bei Geschützen, die nicht abgedreht werden sollen, unangenehm ist. Dagegen werden die Geschütze viel langsamer abgekühlt, als in den Formkasten, und daher auch wohl haltbarer, und zugleich ist diese Methode die einzig anwendbare, wenn nur einige

wenige Geschütze, wozu die vorhandenen Kasten nicht passen, gegossen werden sollen.

Alle größeren Zylinder, Kessel u. s. w. werden ebenfalls in Lehm geformt, die Kerne werden massiv, oder besser noch hohl auf eiserne Platten gemauert; auf diese wird das Modell des zu gießenden Stücks in Lehm aufgetragen, über dieses die Form (**Mantel**) in Lehm, oder wo es angeht in Mauersteinen gebildet, diese abgehoben, das Modell zerstört und weggeschafft, die Form wieder über den Kern gesetzt und gegossen. Bei runden Körpern kann man auch die Form ohne Modell bilden, indem man eine Chablone, die sich um eine Achse dreht, als Modell anwendet, den Mantel und den Kern jeden für sich mit einer eigenen Chablone anfertigt, und sie dann erst über einander bringt. Bei sehr großen Mortieren bedient man sich dieser Methode auch mit gutem Erfolge. Die zum Mauern gebrauchten Ziegeln bestehen aus $^2/_3$ Lehm und $^1/_3$ Sand, und sind keilförmig; der Mörtel ist Lehm. Mantel und Kern werden mit Schlichtlehm überzogen, der aus $^1/_4$ frischem und $^1/_4$ schon ein Mal gebranntem Lehm und $^1/_4$ Dünger besteht. Das Trocknen geschieht bei freiem Feuer, und muß bei großen Artikeln 3 — 4 Tage fortgesetzt werden; ist der Mantel hoch, so muß das Trocknen mittelst eines Feuerbeckens geschehen, das mit Kohlen gefüllt und an den Wänden herauf gezogen wird. Die entstehenden Risse werden mit dünnem Lehm verwaschen, worauf die Form nochmahls mehrere Tage lang getrocknet wird. Zum Schwärzen bedient man sich hier folgenden Gemenges: 16 Maß fein gefärbter Holzkohlenstaub, 1 Kochsalz, 10 heißes Wasser, 1 Weizenmehl, etwas Urin. Das Formen eines großen Zylinders auf diese Weise dauert 4 — 5 Wochen.

Das **Gießen** mit Kellen beschrieben wir schon oben, es ist das für alle kleinen und mittlern Artikel gebräuchliche. Für große dagegen läuft das Eisen unmittelbar aus dem Flamm- oder Hochofen in die Form, die meist dicht vor dem Abstiche in einer Grube (Dammgrube) aufgestellt ist. Gewöhnlich wird die Form durch umhergestampfte Erde festgehalten, doch bei täglichem Benützen derselben Grube ist es nicht wohl möglich, so viele Erde immer herein und heraus zu schaffen. Man schraubt dann die Form mittelst des Unterkastens auf einen eisernen Fuß am Boden

der Grube, und hält sie oben durch dagegen gestemmte Balken. Für Geschützguß wäre es besser, wenn man die Formen in Erde stampfen und sie bis zur völligen Erkaltung darin lassen könnte.

Vor dem Abstichloche legt man Rinnen von trockener Erde an, die etwa 3 Fuß vom Abstiche eine größere Vertiefung, den Sumpf, bilden; von diesem, wo das Eisen, wenn es aus zwei Öfen kommt, sich mengt, und wo es beim Gusse ein wenig mittelst mit Lehm beschlagener, heißer Vorsetzschaufeln festgehalten wird, um im Falle eines augenblicklichen Verstopfens des Ofens doch einen gleichmäßigen Fluß erhalten zu können, läuft es in eisernen, mit Lehm beschlagenen Rinnen in die Form. Alle Rinnen, so wie der Sumpf, werden kurz vor dem Abstechen mit heißer Asche beworfen; die auf dem Eisen schwimmenden Schlacken hält man mit der Vorsetzschaufel ab.

In tiefe Formen läßt man nicht gern das Eisen von oben herabfallen, aus Furcht, die Form zu beschädigen und Luftblasen einzuschießen. Man bringt daher neben der Form eine eben so lange Röhre (Steigerohr) aus hohlen Thonkegeln, die in einander stecken, an, die unten in die Form mündet, und das Eisen ihr von unten zuführt, so daß es allmählich in ihr steigt. Das Eisen wird aber sehr abgekühlt bei dieser Gußmethode, und, wie die Erfahrung lehrt, viel poröser als bei dem Gusse von oben. Man ist daher jetzt fast allgemein davon abgegangen; ist die Form gut gemacht, so steht auch nichts von dem Gusse von oben zu befürchten. — In Lüttich hat man eine eigene Methode, um die Friesen und Schildzapfen der Geschütze recht rein zu erhalten, die auch bei jedem andern Gußstücke anwendbar ist. Das Eisen wird in einer Rinne bis mitten über die Form geleitet, und fällt durch ein rundes Loch derselben in die Form. Ein Gießer steht mit einem eisernen Konus, der in dieses runde Loch paßt, zur Hand. Sobald das Eisen die Mitte der Schildzapfen erreicht hat, verschließt er das Loch auf einige Sekunden; es sammelt sich mehr Eisen an, und wenn dieß nun beim Wiederöffnen des Loches auf einmahl herabstürzt, so spült es gewaltsam alle Unreinigkeiten und Luftblasen aus den Schildzapfen heraus; dieselbe Operation wiederhohlt man bei den Friesen.

Das Erkalten der gegossenen Artikel ist von dem entschieden-

sten Einflusse auf ihre Haltbarkeit. Gewöhnlich begeht man auf den Hütten den Fehler, die Formen, um die Kasten bald wieder brauchen zu können, zu zerschlagen, wenn das Eisen nur eben nicht mehr flüssig ist; dieß schadet der Haltbarkeit unbedingt; ein späteres Adouziren ist kostbar, und gleicht die gestörte ruhige Ablagerung der Theile nicht wieder aus. Man sollte kein Gußstück eher aus der Form nehmen, bis es ganz erkaltet ist. Nur wenn ein Gußstück sehr verschiedene Metallstärken, und dabei sehr dünne hat, ist es gut, die dicken Dimensionen bald zu entblößen, damit sie mit den dünnen, mit der Formmasse bedeckt bleibenden, zugleich erkalten, sonst springt das Stück leicht. Selbst bei den schlechtest leitenden Formen wird die Oberfläche auch der dicken Gußstücke hart, und rostet schwerer als eine blanke Eisenfläche; darum dreht man Geschütze nicht gern ab; in England, wo man sie abdreht, bedient man sich, um diese harte Oberfläche zu erzeugen, eines eigenen Mittels: man dreht nämlich diese Gegenstände mit großer Umdrehungsgeschwindigkeit, sie erhitzen sich dabei, und eine herabtropfende Salzauflösung löscht sie ab, wodurch eine sehr harte Haut entstehen soll. Will man nur einzelne Theile eines Gußstückes härten, z. B. die Bahn der großen Hämmer, so kann man dieß gleich beim Gusse selbst thun, indem man an diese Stelle der Form eine mit Theer angestrichene Platte von Schmiedeisen legt, die das flüssige Eisen hier schneller abkühlt und dadurch härtet. Man hat es schon versucht, Walzen, die eine harte Fläche erhalten sollten, in eisernen Schalen zu gießen; doch gehört Übung dazu, wenn das Verfahren gelingen soll. Den Munitionsguß in Schalen hat man abgeschafft.

Selten lösen sich die Eisenflächen ganz glatt von der Form, man beputzt sie daher mit Meißel und Feile, und dreht sie, wo es angeht, ab. Kleinere Sachen ziselirt man, doch müssen sie dazu zuvor adouzirt werden. Die ersten groben Theile an gröbern Gußstücken werden mit Feilen weggeschafft, die man aus sehr hartem Eisen gießt. Die Gußnähte dünnerer Artikel, die ein Hämmern nicht aushalten würden, schleift man auf nassen Steinen ab; Munition überhämmert man in Gesenken.

Das A d o u z i r e n des Eisens (S. 13) geht nur einige Linien tief, wenn aber das Gußstück nicht einen Drittelzoll an Dicke überschreitet,

durch und durch. Man wandelt dadurch nicht allein weißes Eisen, das durch zu rasches Erkalten entstanden, in graues um, macht nicht bloß die Oberfläche des grauen Eisens weicher, sondern gibt dem Gußeisen eine Biegsamkeit, die es sonst auf keine Weise erhält. Man kann, wenn man sich dieser Methode bedient, Nägel, selbst Hufnägel aus Gußeisen bereiten, die den geschmiedeten wenig nachgeben. Welchen Einfluß man auf größere Massen durch eine ähnliche Prozedur üben könnte, ist noch nicht ermittelt. Die kleinen, zu adouzirenden Gußstücke werden mit feinem Thon oder Eisenoxyd, oder sonst einem feuerbeständigen, pulverigen Körper geschichtet, in Tiegel gepackt, diese luftdicht verkittet, und der Tiegel einer mehrstündigen starken Hitze ausgesetzt. Man läßt dann das Feuer allmählich ausgehen, und den Tiegel vollkommen abkühlen, ehe man ihn öffnet. Eine neue Methode, das Gußeisen vor dem Adouziren mit Syrup zu bestreichen, wodurch man einen bisher noch unerreichten Grad von Biegsamkeit des Eisens erlangen soll, ist noch nicht hinreichend durch Versuche belegt.

Größere Gußartikel werden, wenn sie fertig sind, mit Theer, oder Leinöhl und Graphit bestrichen; die Luxuswaaren überzieht man mit einem Firnisse, der aus Leinöhlfirniß, $^1/_2$ Loth Kienruß, $^1/_4$ Loth Silberglätte, $^1/_4$ Loth weißem Vitriol und $^1/_2$ Loth Indigo besteht. Diese Waaren werden dann in einer Muffel erhitzt, will man einen blanken Überzug, eine kürzere, will man ihn matter, eine längere Zeit. Der Überzug wird drei Mahl wiederhohlt.

Die Kochgeschirre werden in England, nachdem sie mit einem Schleifsteine ausgeschliffen, verzinnt; sie sind dann viel brauchbarer als die bei uns üblichen emaillirten, von denen bei aller Sorgfalt doch zuweilen Emaille losgeht. Doch wird die Verzinnung theuer, und hat in Deutschland nie recht gelingen wollen. Bei uns emaillirt man die Geschirre, betrachtet aber das Verfahren als Geheimniß. Es ist im Kurzen folgendes. Die Gefäße werden inwendig mit verdünnter Schwefelsäure ausgebeitzt, und dann mit Wasser ausgespült. Die Emailmasse bereitet man auf die Weise, daß man gestoßenen und geschlemmten Quarz mit Borax schmilzt, die erkaltete Masse stößt und

schlemmt, und mit geschlemmtem Pfeifenthon und Feldspath auf Granitsteinen zermahlt. Man bildet daraus mit Wasser eine teigige Masse, gießt davon eine kleine Quantität in das noch nasse Eisengeschirr, schwenkt dieß auf allen Seiten, damit es überall gleichförmig mit dieser Masse bedeckt werde, gießt das übrige aus, streicht dann mit einem Holze 1 Linie breit vom Rande des Gefäßes die Emailmasse ab, und bepudert das innere mit der in einem leinernen Sacke befindlichen Glasur. Das Gefäß wird etwas getrocknet, und dann in eigene Muffelöfen gebracht, wo es in wenigen Minuten rothglühend ist; die Emailmasse schmilzt bei dieser Temperatur auf, und das Gefäß ist fertig. Die Glasur besteht aus Borax, Zinnoxyd und Flußspath.

Dr. Moritz Meyer.

Eisenhüttenkunde.

Die Eisenhüttenkunde ist derjenige Theil der allgemeinen Hüttenkunde, welcher die Regeln angibt, das Eisen aus seinen Erzen mit den größten ökonomischen Vortheilen im Großen darzustellen. Die praktische Ausübung der Eisenhüttenkunde ist das Eisenhüttenwesen.

Wir beschäftigen uns in diesem Artikel mit der metallurgischen Behandlung der Eisenerze zur Darstellung des Roheisens und des Stabeisens; er enthält daher die Beschreibung aller eisenhüttenmännischen Manipulationen von der Röstung der Erze an bis zur Darstellung des verkäuflichen Stab- und Zaineisens. Die Stahlbereitung bleibt einem eigenen Artikel vorbehalten.

Von der Behandlung der Eisenerze vor dem Verschmelzen.

Von den Eisenerzen in mineralogisch-chemischer Beziehung ist bereits in dem Artikel »Eisen« die Rede gewesen. Bei der Gewinnung der Eisenerze muß den Bergmann der Grundsatz der größten Kostenersparung leiten, da das Eisen einen so niedrigen Preis hat. Hieraus erklärt sich, weßhalb manches Vorkommen der Eisenerze unbenutzt bleiben muß. Die Aufbe-

reitung der Eisenerze ist sehr einfach, einfacher als bei andern Erzen, und zwar deßhalb, weil Erze, die einer weitläufigen Aufbereitung bedürfen, aus ökonomischen Gründen nicht benutzt werden können. Dieselbe besteht in der Handscheidung und Klaubarbeit; denn das Pochen der Eisenerze hat nur den Zweck, den Stücken eine gehörige Größe zu ertheilen. Ist die Gebirgsart von solcher Beschaffenheit, daß sie durch langes Liegen an der Luft mürbe wird, und sich vom Eisen trennt, so läßt man die Erze abliegen, wie z. B. bei Thoneisensteinen geschieht, wobei sich der mit dem Erze innig verbundene Schieferthon ablöst. Raseneisensteine werden gewaschen, nicht aber die ockerigen, mulmigen, weil sonst dadurch der Ocker getrennt würde, der sich am besten verschmelzen läßt.

Nun folgt das Rösten oder eine Vorbearbeitung durchs Verwittern. Die milden, d. h. nicht steinartigen Erze brauchen nicht geröstet zu werden, alle übrigen aber werden diesem Prozesse unterworfen. Die Ursachen, weßhalb dieser Vorbereitungsprozeß Statt findet, sind: 1) den Zusammenhang der Masse so zu vermindern, daß die festen Stücke locker und mürbe, und zum Verschmelzen und Reduziren durch Kohle in der Glühhitze fähiger werden. Eisenerze von festem Zusammenhange verwittern nie von selbst, wie z. B. Roth-, Braun- und Spatheisenstein; man muß es durchs Rösten bewirken; andere, wie Thoneisenstein, verwittern erst nach Jahren vollständig. Aber nichts desto weniger bedingt die Wirkung des Verwitterns eine vollkommenere Aufschließung als das Brennen, wobei auch gleichzeitig eine höhere Oxydation des Eisens Statt findet. 2) Das chemisch gebundene Wasser zu entfernen, die Hydrate zu entwässern, Kohlensäure auszutreiben, wie aus den Spatheisensteinen; auch wird dadurch alles hygroskopisch angezogene Wasser entfernt. Der Nutzen der Ausscheidung jener Körper beruht darauf, daß unter einem Drucke das Verdampfen des Wassers und die Verflüchtigung der Kohlensäure im Ofenschacht sehr behindert seyn, und dadurch auch viel Wärme entzogen, der Ofen folglich abgekühlt werden würde. 3) Diejenigen Erze, welche eingesprengten Schwefelkies enthalten, müssen nothwendig abgeröstet werden, um nach Möglichkeit den Schwefel vom Eisen zu trennen, wenn man ein

gutes Roheisen erhalten will, weßhalb man sie auch stärker als andere rösten muß. Man pflegt auch wohl solche Erze nach dem Abrösten im Wasser abzulöschen, oder sie dünn ausgebreitet der Luft auszusetzen, um die durchs Rösten erzeugten schwefelsauren Salze auszulaugen. Die Beschaffenheit solcher Erze, welche phosphorsaures Eisen enthalten, kann durchs Rösten nicht verbessert werden.

Das Rösten geschieht entweder im Freien, in Haufen, oder zwischen Mauern (Stadeln), oder in Öfen; die Erze, welche Schwefelkies enthalten, bedürfen beim Rösten nothwendig des Zutritts der Luft, die übrigen nicht. Die mehrsten Erze nehmen durchs Rösten an Gewicht ab, selten etwas durch Oxydation zu, wie der Magneteisenstein. Die Hitze darf nicht bis zum Verschlacken steigen, sonst wird das Verschmelzen schwieriger. Das Rösten in Schachtöfen findet vornehmlich in England, in Oberschlesien, am Harz und in Schweden Statt; allein es ist im Allgemeinen weniger gebräuchlich, als das Rösten in freien Haufen. Man schichtet das Erz mit Holzkohlen oder Koaks, und zieht es an der Schachtsohle mittelst angelegter Abzüge aus. Fig. 1, Taf. X, stellt einen solchen Röstofen, wie er in Oberschlesien in Anwendung steht, im senkrechten Durchschnitte, mit eingezeichneten Dimensionen, dar. Die Erze werden durch zwei, auf entgegengesetzten Seiten befindliche Öffnungen, die während des Röstens mit Ziegeln versetzt sind, ausgezogen. Um die Brennbarkeit der dabei benutzten Koaksabfälle zu vermehren, setzt man 1/3 kleine Steinkohlen zu. Um 3 Zentner oder 3 1/2 rheinl. Kubikfuß Erz zu rösten, rechnet man ungefähr 1/3 rheinl. Kubikfuß kleine Koaks und Steinkohlen. Beim ersten Füllen des Ofens legt man unten auf den Rost etwas Reisholz und grobe Steinkohlen, und füllt darauf den ganzen Ofen mit abwechselnden Schichten von Kohlen und Erzen. Man zündet das auf dem Rost liegende Holz an, worauf sich das Feuer der ganzen Masse mittheilt. Wenn nach einem 24stündigen schwachen Brennen das geröstete Erz herunter zu sinken anfängt, so zieht man es durch die Schürlöcher heraus, und setzt die Arbeit so lange fort, bis daß noch nicht ganz durchgebrannte Erze herunter kommen, worauf man die Schürlöcher wieder verschließt und den Ofen von

neuem mit Erz und Kohlen füllt. Nach 12 Stunden zieht man abermahls die Hälfte der in dem Ofen befindlichen Erze aus, und füllt ihn ebenfalls wieder, so daß das Rösten unausgesetzt fortgeht. Die zum schwachen Fortbrennen erforderliche Luft wird durch den Rost eingeführt; die Rostöffnung darf nicht zu groß seyn, und die Roststäbe müssen dicht an einander liegen. Eine Zusammenstellung der am meisten gebräuchlichen Röstöfen findet man in meinem »Lehrb. der Eisenhüttenkunde«, I., S. 165 rc. und Taf. 1. Man pflegt auch wohl, wie bei den Kalköfen, bloß die Flamme mit dem zu röstenden Erze in Berührung zu bringen, weßhalb besondere Feuerplätze angelegt sind.

Die Zerkleinerung der Eisenerze durch Menschenhände ist immer sehr kostbar, indeß lassen sich dabei die tauben Theile und die noch nicht gerösteten Erze besser aushalten. Die Zerkleinerung geschieht dann entweder durch Zerschlagen mit Handhämmern, oder durch Zerstampfen mit Pochstempeln, die an einer Wippe oder an einer Schwungruthe befestigt sind, und welche durch Menschen in Bewegung gesetzt werden. Man bedient sich dabei gern gegossener eiserner Pochsohlen, welche mit einer hölzernen Umfassung umgeben sind, um das Erz zusammen zu halten. Sehr feste Erze zerkleinert man unter Pochhämmern, Pochstempeln, oder auch zwischen Walzen, wobei aber auf eine gleichartige Größe des Haufwerks gesehen werden muß.

Die Zuschläge, deren man sich beim Beschicken *) der Eisenerze bedient, haben den Zweck, entweder die in zu großer Menge in der Gattirung befindliche Kieselerde durch basische Erden zu sättigen; oder den Mangel an Kieselerde durch quarzige Zuschläge zu ersetzen; oder auch wohl durch Bildung von mehreren und zusammengesetzten Silikaten die Verschlackbarkeit der Erden zu erhöhen. Jede Art von Eisenerzen erfordert daher besondere Zuschläge, sowohl der Menge, als der Beschaffenheit nach. Erze z. B., die keine Kieselerde, sondern bloß Thonerde, Kalkerde oder Bittererde in ihrer Mischung enthalten, verlangen Zuschläge von Kieselerde. Ist die Menge der Thonerde überwie-

*) Beschickung nennt man das Gemenge von Eisenerzen und Zuschlägen.

gend, so müssen solche Zuschläge gewählt werden, bei welchen sich die Schlacke mehr einem Silikat, als einem Bisilikat nähert. Enthalten die Erze mehr Kalk- und Bittererde als Thonerde, so wählt man die Zuschläge in der Regel so, daß sich die Schlacke am mehrsten der Zusammensetzung eines Bisilikats nähert, obgleich sie, bei einem großen Kalkerdegehalt, auch schon ein Trisilikat seyn kann. Erze, die viel Manganoxyd enthalten, müssen immer so beschickt werden, daß die Schlacke ein Trisilikat wird, damit sie nicht zu leichtflüssig ausfällt. Eisenerze mit einer überwiegenden Menge von Kieselerde sind immer sehr leichtflüssig, und zur Verschlackung geneigt; sie müssen daher Kalksteinzuschläge erhalten, um sie strengflüssiger zu machen. Enthalten sie außer der Kieselerde auch Thonerde, so leistet der reine Kalkstein die besten Dienste. Sind sie aber von Thonerde ganz frei, so kann ein thonerdehaltiger, unreiner Kalkstein wirksamer seyn. Die Quantität des Zuschlags muß für jedes in seinem Verhalten noch nicht bekannte Erz durch Probeschmelzen ausgemittelt werden.

Im Allgemeinen müssen die Zuschläge denselben Aggregatzustand erhalten, wie das zu verschmelzende Erz. Nur dann, wenn ockerige Erze verschmolzen werden, die sich im Ofen dicht über einander lagern, wendet man die Zuschläge in größern Stücken an. Flußspath ist für sehr strengflüssige Erze ein guter Zuschlag, indem er schon in geringen Quantitäten angewendet, die Schmelzbarkeit sehr befördert. Außer den eigentlichen Flüssen, dem Kalksteine, dem Thone, dem Quarz und dem Mergel, gibt es auch Mineralien, welche zwar wegen ihrer Mischung nicht eigentlich zu den Flüssen gerechnet werden können, die aber dennoch den Fluß der Erze befördern, und daher die Anwendung von weniger wirklichem Fluß möglich machen, aber auch zugleich wegen ihres Eisengehaltes zu einer stärkern Eisenerzeugung beitragen. Hierzu gehören alle Silikate, welche Eisenoxyd enthalten, und die zum Theile zu den Kieseleisensteinen gerechnet werden müssen. Dahin sind zu rechnen: Hornblende, Basalt, besonders die Wacke und Granat. Diese Mineralien veranlassen einen guten Ofengang, und ersetzen gewöhnlich den Fluß gänzlich. In manchen Fällen bringt man aber dadurch auch viel Kieselerde in die Beschickung, und erhält weißes Roheisen, weßhalb man, wenn

man graues erblasen will, stärkere Zuschläge von Kalkstein anwenden muß.

Die Roheisenerzeugung.

Bei dem Verschmelzen der Eisenerze in Schachtöfen erfolgt ein stahlartiges Eisen, oder ein eisenartiger Stahl, wenn die Temperatur durch ein starkes Verhältniß der Erze zu den Kohlen sehr erniedrigt wird. Mit einem solchen Gange des Ofens ist aber immer eine sehr unvollständige Reduktion der Erze verbunden, weßhalb man schon vor längerer Zeit angefangen hat, durch die Erhöhung der Temperatur die Reduktion der Erze in den Schachtöfen vollständiger zu bewirken, und das dabei entstehende Produkt, — das Roheisen, — gewisser Maßen als ein Halbprodukt anzusehen, aus welchem erst durch einen besondern Prozeß das Stabeisen dargestellt werden muß.

Die Schachtöfen zum Verschmelzen der Eisenerze unterscheiden sich von den zum Verschmelzen der Erze der übrigen Metalle gebräuchlichen Schachtöfen (s. den Art. Öfen) nicht wesentlich. Die größere Höhe und Weite haben indeß manche spezielle Einrichtungen zur Folge; auch führt man die Eisenschmelzöfen gewöhnlich solider und mit größerer Vorsicht auf, gibt den Rauhmauern, welche den eigentlichen Schacht umfassen, eine größere Haltbarkeit, und ist mit noch größerer Sorgfalt auf die Ableitung der Dämpfe bedacht. Dieß ist nicht bloß der großen, oft kolossalen Massen wegen, welche das Gemäuer der Öfen bilden, sondern auch deßhalb nothwendig, weil Öfen zum Eisenerzschmelzen viele Monate, oft mehrere Jahre lang ununterbrochen betrieben werden, wodurch sich eine größere Wärmequantität entwickelt, welche die Oberfläche und Mauerungen sehr bald zerstören würde, wenn nicht die größte Vorsicht beim Baue der Öfen angewendet worden wäre.

Man unterscheidet zuvörderst Eisenschmelzöfen mit geschlossener, und solche mit offener Brust, und nennt erstere Blau- (Blaa-, Blase-, Floß-), letztere aber Hochöfen. Beide können mit und ohne Gestelle versehen seyn. — Jeder Eisenschmelzofen besteht aus einer äußern Ofenmauer, dem Mantel oder der Rauhmauer, die nicht allein im Innern

hohl ist, einen Rauhschacht hat, sondern an ihrem unteren Theile auch mehrere Gewölbe (Arbeits- und Blasgewölbe) oder Öffnungen hat, um zu dem Schachte gelangen zu können. Dieses Rauhgemäuer besteht aus Bruchsteinen, Quadersteinen, Ziegelsteinen, in Schweden auch hin und wieder noch aus Erde und aus Zimmerung, und auch wohl aus Hochofenschlacken-Ziegeln. In den Rauhschacht wird aus feuerfesten Sand- oder Ziegelsteinen der Kernschacht oder das Schachtfutter eingesetzt, der die Schmelzmaterialien aufnimmt. Gewöhnlich ist er unten sehr zusammengezogen, und dieser Theil des Schachtes heißt dann das Gestell, welches jedoch manchen Öfen fehlt. Wir werden weiter unten, mit Beziehung auf die Zeichnungen, die einzelnen Theile der Öfen noch genauer beschreiben.

Man führt die Öfen entweder an Bergabhängen auf, um dadurch die Schmelzmaterialien leichter zur Gicht, d. h. zu dem oberen Theile des Schachtes bringen zu können, oder diese werden auf geneigten Flächen (Gichtbrücken) oder durch Maschinen (Gichtaufzüge) hinaufgefördert. Ist keine Gießerei mit dem Hochofen verbunden, so braucht das den Ofen umgebende Gebäude nicht sehr groß zu seyn; das Gebläse liegt entweder mit in demselben, oder in einem besondern Gebäude (Gebläsehaus, Gebläsekammer).

Den zusammengezogenen Raum unmittelbar über, vor und unter der Form, d. h. der Öffnung, durch welche die Gebläseluft in den Ofen geführt wird, nennt man, wie schon bemerkt wurde, das Gestell. Mit dem Kernschachte verbindet man dasselbe durch eine mehr oder weniger stark gegen den Horizont geneigte Ebene, welche die Rast genannt wird. Man unterscheidet auch wohl Ober- und Untergestell, und pflegt letzteres den durch die Zustellung gebildeten Raum von der Höhe der Form bis zur Sohle, oder bis zum Boden des Ofens, zu nennen. Unter Obergestell versteht man dagegen den Schmelzraum über der Form, von dieser bis zur Rast. Das Obergestell kann niedriger oder höher seyn, oder auch gänzlich fehlen, wenn man den Kernschacht selbst sich verengen und den Schmelzraum über der Form bilden läßt. Ob die Öfen mit Obergestell denen mit einem solchen vorzuziehen sind, ist eine Frage, die sich allge-

mein nicht beantworten läßt. Jedenfalls werden Öfen mit Obergestell eine bessere Benutzung des Brennmaterials gewähren, als die ohne dasselbe. Ein Obergestell müssen ferner die Koakshochöfen haben, weil dieses Brennmaterial ganz nothwendig eine Verengung des Schmelzraums erfordert. Obgleich bei Obergestellen weit leichter graues Roheisen erlangt wird, so haben sie doch den Nachtheil, daß in ihnen das Roheisen mehr Silizium und Mangan aufnimmt, sein Kohlegehalt vermindert, und dadurch eine so große Strengflüssigkeit herbeigeführt wird, daß sich das Roheisen schwieriger verfrischen läßt. Soll daher Roheisen zur Gießerei produzirt werden, so verdienen die Öfen mit Obergestellen den Vorzug; soll aber das Roheisen verfrischt werden, so sind die Öfen mit niedrigen Obergestellen die zweckmäßigsten. Diejenigen, welche gar kein Obergestell haben, scheinen dagegen, weil sie die Hitze zu wenig zusammenhalten, ganz unzweckmäßig zu seyn. Auch findet man sie nur selten, und gewöhnlich ein mehr oder minder hohes Obergestell.

Die Gestelle bestehen entweder aus behauenen Steinen (Steingestell), oder aus Thon (Massengestell). Die Dimensionen des Gestellraumes sind von der Beschaffenheit des darzustellenden Roheisens, von der Entzündlichkeit des Brennmaterials, und von der Menge des dem Ofen zuzuführenden Windes abhängig.

Die Gestellsteine, zu denen feuerbeständige Sandsteine, weil sie sich leicht bearbeiten lassen, am besten sind, müssen vor dem Gebrauche gut ausgetrocknet seyn. Sie müssen ferner nach der ihnen zukommenden Dossirung (weil sich das Gestell von unten nach oben zu erweitert) bearbeitet werden, und glatte Flächen haben, so daß sie vollkommen auf einander passen. Sie müssen horizontal über einander liegen, und die Dossirung darf nicht durch eine gegen den Horizont geneigte Aufstellung der Steine bewirkt werden. Das Gestell muß stets aus wenigen, möglichst großen Steinen bestehen, um große Fugen zu vermeiden. Deßhalb stellt man auch niemahls zwei Steine neben einander, um die Fläche im Schmelzraum zu bilden, sondern man legt sie über einander, und wenn sie nicht die gehörige Länge haben, so stößt man sie so an einander, daß die Fugen außer den Schmelzraum

fallen. Die Zeichnungen Fig. 2 und 3, Taf. 3, stellen den unteren Theil des Hochofens zu Gleiwitz in Oberschlesien vor, in welchem ein Steingestell mit offener Brust, welches schwieriger als eins mit geschlossener Brust zu konstruiren, vorhanden ist *). Man legt zuerst den Bodenstein l horizontal auf eine Sandschicht, und mittelt dann die Kern- oder Achsenlinie des Schachtes aus, damit diese mit der des Gestelles genau zusammenfällt. Dann richtet man zuerst den Rückstein n mit der vorgeschriebenen Dossirung auf, und mit der nöthigen Abschrägung von beiden Seiten, gegen welche die Steine auf der Form- und Windseite gelegt werden. Es werden nun die Backenstücke o, oder die Steine, welche das Untergestell auf der Form- und Windseite begränzen, aufgestellt, und überhaupt der hintere Theil des Gestelles so weit als möglich aufgeführt. Die Backenstücke kann man selten in einer Länge vom Rück- bis zum Vorherd erlangen, und sie bestehen daher gewöhnlich aus zwei Stücken, weßhalb man bei jedem größern Gestelle zwei Hinter- und zwei Vorderbacken hat. Erstere müssen, da sie den Formsteinen p zur Unterlage dienen, genau die Höhe haben, in welcher die Form vom Bodensteine entfernt seyn soll; wird mit drei Formen geblasen, so findet dasselbe auch beim Rücksteine Statt. In den Formsteinen ist die Öffnung für die Form eingehauen. Dem Formstein gegenüber wird auf den andern Hinterbacken der Windstein gelegt, der aber bei zwei Formen auch Formstein ist. Die Rückseite mag nun ganz geschlossen seyn, oder sie mag als dritte Formseite, oder auch als zweite Arbeitsseite, wenn ein zweiter Vorherd, oder an der Rückseite ein Schöpfherd (Fig. 11, Taf. 3) vorhanden ist, dienen, so muß sie entweder durch einen einzigen Stein, oder durch Aufschichtung mehrerer Steine genau die Höhe erhalten, welche dem Gestelle zukommen soll. Auch auf den Form- und Windstein werden dann noch die Gemeinstücke p′, p″ gelegt, um die ganze Höhe des Gestelles zu erlangen. An der nun noch offenen Ofenbrust wird, in der Höhe der Form, auf die beiden, noch 12 Zoll vorspringenden

*) Seit mehreren Kampagnen hat man zu Gleiwitz Massengestelle angewendet.

und den Vorherd bildenden Vorderbacken der Tümpel oder Tümpelstein r gelegt. Auf denselben kommen dann ebenfalls noch mehrere Gemeinstücke q, q, so daß auf allen vier Seiten des Gestelles die Steine gleich hoch liegen. Der offene Raum, den die beiden Vorderbacken vor dem Tümpel bilden, wird beim Anblasen des Ofens vorn durch den Wall- oder Dammstein t geschlossen, so daß nur vor dem Tümpel eine Öffnung, der Vorherd m bleibt, durch welche man unter dem Tümpel zum ganzen Untergestell, bis zum Rückstein, gelangen kann. Am Boden des Vorherdes bleibt im Wallsteine, an dem einen Vorderbacken eine Öffnung, oder auch ein Schlitz in der ganzen Höhe des Wallsteines, welche beim Betriebe des Ofens mit schwerem Gestübe ausgefüllt wird, und die Öffnung zum Stich, d. h. zum Ablassen des Eisens und der Schlacke bildet. Da der Tümpel nicht allein durch den Luftzug, sondern auch durch die Instrumente, mit denen im Hochofen gearbeitet wird (Hochofengezähe), sehr viel zu leiden hat und leicht zerspringt, so versieht man ihn vorn mit einer 2 Zoll dicken gußeisernen Platte s, dem Tümpelblech, die auf dem Tümpeleisen v, einem 3 bis 4 Zoll im Quadrat starken geschmiedeten Eisen, welches vorn am Fuße des Tümpels quer über die beiden Vorderbacken gelegt ist, ruht. Gewöhnlich ist das Tümpeleisen geschmiedet, damit es nicht so bald wegschmelzen möge. Die Zwischenräume zwischen der hintern Seite der Gestellsteine und der äußern Ofenmauer werden mit Sand, kleinen Ziegeln, Steinen 2c. ausgefüllt. In den Form- und Arbeitsgewölben schließt sich die Gestellmauerung unmittelbar an diese an, so daß man im erstern bequem zur Form, und im letztern zum Vorherde gelangen, und die dort vorkommenden Arbeiten vornehmen kann. Das Gestell wird durch die Rast k mit dem Kernschachte a verbunden; hinter jenem ist eine Füllung b vorhanden. Die Kante des Wallsteines ist gewöhnlich 1 bis 1½ Zoll niedriger als die Höhe der Form, damit die Schlacke ablaufen kann; bei manchen Zustellungen, und da wo die Schlacke zu zäh ist, um nicht ablaufen zu können, sondern abgezogen werden muß, liegen Form und Wallstein fast gleich hoch. Die äußere Fläche des letztern ist mit dem gußeisernen Schlackenblech u belegt, und in demselben befinden sich einige

Löcher und Leisten zum Einsetzen des Leistenbleches u', zwischen welchem und der Pfeilermauer des Arbeitsgewölbes f das aus Sand geformte Gerinne, der Leisten- oder Masselgraben, zubereitet wird, der mit der Stichöffnung in Verbindung steht, und das abzulassende Eisen in die Formen rc. leitet. Eine Zustellung mit doppeltem Vorherd, von denen der eine als Schöpfherd benutzt wird, deren Einrichtung wir weiter unten kennen lernen werden, ist selten, und der großen Abkühlung des Ofens wegen, die dadurch veranlaßt wird, nur deßwegen vortheilhaft, weil das häufige Ausschöpfen des Roheisens aus dem Vorherde den Betrieb des Ofens sehr nachtheilig stört.

Wenn die Gestellräume nicht aus Steinen, sondern aus Thon zusammengesetzt werden, so muß man die einzustampfende Masse aus einem sehr sorgfältig durchgearbeiteten und gesiebten Gemenge von feuerfestem Thon und ganz reinem Quarzsand bilden, welches nicht stärker angefeuchtet wird, als daß es so eben zusammenballt. Statt des Quarzsandes bedient man sich noch zweckmäßiger alter feuerfester Ziegelstücke, oder auch des gebrannten Thones selbst, als Zusatz zu dem frischen Thon, indem man den Thon im gepochten Mehlzustande, und die Ziegelstücke oder den gebrannten Thon in der Größe von Erbsen, recht sorgfältig durchgemengt, anwendet. Man findet solche Massengestelle an den in Fig. 1—4, Taf. 4, abgebildeten Hochöfen. Vorn am Vorherd legt man ein Stück Sandstein (c, Fig. 3) als Theil des Bodens. An demselben, und mit seiner Oberfläche gleich, wird der Massenboden eingestampft, indem man die zubereitete Masse 3 bis 4 Zoll hoch aufträgt, mit eisernen Keulen feststampft, und das Nachtragen der einzustampfenden Masse so oft wiederhohlt, bis der Boden eine gleiche Höhe mit dem horizontal gelegten Sandstein hat. Um die Herdwände zu bilden, werden bei dem Vorherde zwei Sandsteinstücke c, Fig. 2, von der Höhe des Untergestelles fest vermauert. Darauf wird ein hölzerner Kasten oder die Chablone, um welche das Untergestell gestampft wird, eingesetzt. Gewöhnlich ist das Gestell auch bei Masse viereckig, häufig aber auch rund, welches hier gar keine, bei Steingestellen aber große Schwierigkeiten hat. Ist nun die Masse bis zur Höhe dieses Kastens in dem Gestellraume festgestampft,

so wird ein zweiter, zur Bildung des Obergestelles bestimmter Kasten, aufgesetzt, welcher die Gestalt eines abgestumpften Kegels oder einer abgestumpften Pyramide hat. Alsdann werden die hölzernen Formkasten, welche die Öffnungen für die Formen bilden sollen, an ihren gehörigen Stellen angepaßt und befestigt, damit sie sich nicht verschieben. Nunmehr werden zwei gußeiserne, unten ebene, oben aber sehr schwach gewölbte Platten, die zu ihrer Länge die Breite des Vorherdes erhalten, auf die beiden aus Sandstein bestehenden Vorderbacken gelegt, und über dieselben (welche nach beendigter Zustellung liegen bleiben, und nicht, wie die hölzernen Kasten, wieder weggezogen werden) wird alsdann ein 6 Zoll breites Gewölbe von feuerfesten Ziegeln gespannt, um den Tümpel zu bilden und um die über demselben einzustampfende Masse fest zu halten. Die an dem Vordertheil des Gestelles befindlichen Theile sind ganz so wie die der Steingestelle beschaffen. Gewöhnlich besteht die Chablone, nach welcher das Obergestell eingestampft wird, aus mehreren Stücken, die nach einander aufgesetzt werden. Nach vollendeter Einstampfung wird auf der Masse der Rast (m, Fig. 3) aus feuerfesten, 18 Zoll langen, vorn nach dem Winkel der Rast abgeschrägten, hinten in einer Kreislinie auslaufenden, keilförmigen Thonziegeln aufgeführt. Darauf werden die hölzernen Kasten in den einzelnen Theilen, mittelst eines Seiles aus der Gicht des Ofens herausgezogen, nachdem vorher die Zusammenkuppelung der Kasten unter einander losgemacht worden ist. Auf solche Art werden endlich auch der untere Kasten, indem die ihn zusammen haltenden Steifen losgeschlagen worden, und die hölzernen Formen, welche die Formöffnung gebildet haben, hervorgezogen, die innern Flächen des Gestelles nachgeputzt, und mit dünnem Thonwasser überschlichtet. Eine genaue Anweisung zur Anfertigung der Massengestelle findet man in Karsten's Eisenhüttenkunde, Bd. III. S. 62 rc., und in der meinigen, Bd. I. S. 134 rc. Es versteht sich, daß man auch Gestelle, theilweise aus Masse, theilweise aus Steinen zusammensetzen kann, in welchem Falle man häufig zum Tümpel einen Stein anwendet, weil dessen Bildung aus Masse am schwierigsten ist.

Die Höhe der Gestelle ist sehr verschieden. Niedrige, 16 bis

20 Fuß hohe Öfen, erhalten wohl ein (vom Boden an zu rechnen) 4 Fuß hohes Gestell; bei 24 bis 30 Fuß hohen Öfen wählt man 5 bis 5½ Fuß Höhe. Noch höhern Öfen gibt man ein 6 Fuß hohes Gestell, und bei Koaksöfen pflegt es oft 6½ Fuß hoch zu seyn. Die Weite des Gestelles ist ebenfalls sehr verschieden, und nicht minder verschieden sind die Verhältnisse der Weite des Gestelles oben bei der Rast und unten am Boden. Je schneller sich die Gestelle nach oben erweitern, desto mehr stimmt die Zustellung mit derjenigen der Öfen ohne Obergestell überein. Je geringer diese Erweiterung ist, desto größer ist die Höhe des konzentrirten Schmelzraumes, und desto grauer muß, bei gleichen Verhältnissen des Erzes zu den Kohlen, das Roheisen ausfallen. Dabei hängt indeß sehr viel von der Quantität des Windes, von seiner Pressung, und von der Anzahl und Lage der Formen gegen einander ab. Nie darf man hoffen in den gewählten Gestelldimensionen allein den Grund zu dem günstigen Erfolge des geführten Betriebes zu finden.

Man wird sich daher bei den Bestimmungen der Höhe und der Weite der Gestelle vorzüglich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials, nach der Menge des Windes, nach der Anzahl der Formen, durch welche derselbe in den Ofen geführt wird, und nach der Beschaffenheit des Roheisens richten müssen, welches man darstellen will. Holzkohlen aus weichem und schlechtem Holze, so wie sehr schwer entzündbare Koaks, erfordern nothwendig engere und höhere Zustellungen, welche bei großen Windquantitäten, und bei zwei, noch besser bei drei Formen, weiter und niedriger gewählt werden können. Holzkohlen aus festen und derben Holzarten und Koaks aus guten Sinterkohlen, die in Backkohlen übergehen (s. den Artikel: Kohle), machen eine weitere und niedrigere Zustellung zulässig. Weißes (und übrigens gares, oder bei vollständiger Reduktion des Erzes erzeugtes) Roheisen läßt sich bei sehr engen und hohen Gestellen kaum anhaltend darstellen; eben so wenig wird es aber gelingen, graues Roheisen bei sehr niedrigen und weiten Zustellungen zu erzeugen, wenn auch die Reduktion des Erzes ganz vollständig Statt finden mag, vorausgesetzt, daß man von den Kohlen die volle Wirkung erwartet, die sie, bei der ihrer Beschaffenheit angemessenen Zu-

stellung und Schachtdimension, hervorbringen würden. Der Gargang eines Ofens, d. h. die vollständige Reduktion des Erzes, wird von den Dimensionen des Gestelles allein nicht unmittelbar abhängig seyn, indem er durch die Temperatur im Ofen überhaupt, also vorzüglich durch das Verhältniß der Beschickung zu den Kohlen bestimmt ist. Einen großen Einfluß dabei haben außerdem noch die Höhe und die Weite des Schachtes, so wie das Verhältniß dieser beiden Dimensionen zu einander, in Verbindung mit der Quantität des zugeführten Windes, und mit den bei der Windführung getroffenen Maßregeln überhaupt. Wenn demnach Höhe und Weite des Schachtes und Quantität des Windes in einem so richtigen Verhältniß zu einander stehen, daß dadurch die größte Wirkung von dem Brennmaterial erwartet werden kann, so wird der Einfluß der im Gestell entwickelten Hitze, vorzüglich auf das schon gebildete, aber von der Schlacke noch nicht geschiedene, Roheisen gerichtet seyn. War die Reduktion des Erzes in dem Augenblick, wo die Schichten in den Schmelzraum treten, noch nicht vollständig erfolgt, so wird sie auch im Gestell selbst nur sehr wenig und unvollkommen fortgesetzt werden. Es bilden sich Silikate, und es tritt hier in einem noch höhern Grade das Verhältniß ein, welches bei den zu leichtflüssigen Erzen überhaupt Statt findet, daß sie sich nämlich durch die Schmelzung zu Silikaten der Reduktion entziehen. Die höhern Gestelle werden daher bei einem Rohgange, d. h. bei einer zu niedrigen Temperatur im Ofen, bei welcher die Reduction nicht vollständig erfolgt, vor den niedrigen Gestellen keinen Vorzug haben; sie werden vielmehr ein Kaltblasen, nämlich ein Erstarren und Ansetzen der halbgeschmolzenen Massen, noch leichter als die niedrigeren Gestelle herbeiführen. Anders ist das Verhalten, wenn die Reduktion des Erzes vollständig Statt gefunden hat, so wie es den Schmelzraum erreicht. Hier erfolgt zuvörderst die Scheidung des Roheisens von der Schlacke durch den Übergang in den flüssigen Zustand. Verweilen Schlacke und Eisen nicht lange in der konzentrirten Schmelzhitze, so kann das Roheisen seinen ganzen Kohlegehalt behalten, weil keine Einwirkung auf die Schlacke Statt findet. Das Resultat wird ein gares, weißes (spiegelartiges) oder graues Roheisen mit dem größten Kohlegehalt seyn,

je nachdem das Gestell weiter oder enger gewählt, je nachdem die Beschickung schon weniger oder mehr vorbereitet in den Schmelzraum getreten, und je nachdem durch die angewendete Beschickung eine leicht- oder strengflüssigere Schlacke gebildet ist. Wird die geschmolzene Masse aber bei hohen Gestellen lange in konzentrirter Hitze erhalten, so findet eine Einwirkung des Eisens auf die Schlacke Statt, und der Erfolg wird immer ein sehr graues, weniger Kohle, aber viel Silicium und Mangan enthaltendes Roheisen seyn, welches nur zur Anfertigung von Gußwaaren, vorzüglich wenn es zum Umschmelzen bestimmt ist, vorgezogen zu werden verdient. Hohen Obergestellen kann man also nur dann vor den niedrigen den Vorzug einräumen, wenn es die Absicht ist, sehr strengflüssiges graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt darzustellen. Dagegen wird die möglichst enge Zustellung, verbunden mit einem niedrigen, oder vielmehr mit einem nicht zu allmählich sich erweiternden Obergestell, jederzeit zu empfehlen seyn, wenn das Roheisen zum Verfrischen bestimmt ist, weil sie die vollkommenste Benutzung der aus dem Brennmaterial entwickelten Hitze gestattet.

Erweitert sich das Gestell, nach Maßgabe der geringern oder größern Feuerbeständigkeit der Gestellmassen, und des Einflusses übel gewählter Beschickungen, früher oder später zu sehr, so läßt sich die Schmelzhitze nicht mehr konzentriren, weßhalb bei derselben Beschickung, bei demselben Verhältniß der Beschickung zu den Kohlen, und bei derselben Stärke des Gebläses, die Hitze zu sehr zerstreut wird. Soll dann noch eine vollständige Reduktion des Erzes, und eine reine Scheidung des Roheisens von der Schlacke erfolgen, so muß der Erzsatz vermindert, oder in einigen Fällen (bei schwer entzündlichen Koaks) das Gebläse unverhältnißmäßig verstärkt werden. Die Kohlen können bei einem zu sehr erweiterten Schmelzraum nicht zusammen gehalten werden; sie verbrennen zum Theil ohne Wirkung, weil die Verstärkung des Gebläses nur bis zu einem gewissen Grade ausführbar ist. Ein Theil der Erze rückt unvollkommen reduzirt in den Schmelzraum, so daß nicht selten graues Roheisen, weißes Roheisen und verschlacktes Erz gleichzeitig gebildet werden. Durch die nothwendig werdende Verminderung des Erzsatzes entsteht dann eine so unvortheilhafte

hafte Benutzung des Brennmaterials, daß es nothwendig wird, den Betrieb einzustellen, oder den Ofen niederzublasen (auszublasen).

Vergleicht man die hier so eben entwickelten Grundsätze über die Konstruktion der Schacht- und Gestellräume mit den in den verschiedenen europäischen Staaten wirklich in Anwendung kommenden Schachtöfen zum Schmelzen der Eisenerze; so ergibt sich bald eine mehr oder minder bedeutende Abweichung. Auch darüber, ob man mit größerem Vortheile Öfen mit geschlossener, oder mit offener Brust anwendet, ist man nicht einig, indem man in einigen Gegenden den Blauöfen, in andern den Hochöfen den Vorzug gibt; an einigen Orten haben die Blauöfen ein Obergestell (wie z. B. zu Bergen in Baiern); in andern Gegenden, wie z. B. in Schweden, würde man die schlimmsten Folgen für die Beschaffenheit des Roheisens befürchten, wenn man den Hochöfen ein Obergestell zutheilte. Im nördlichen und westlichen Deutschland, in Frankreich, in den Niederlanden, in England und in Rußland, gehören die Hochöfen (Blauöfen findet man nur selten in diesen Ländern) ohne Obergestell zu den Seltenheiten. Die Öfen ohne Obergestell haben eine ziemlich übereinstimmende Schachtkonstruktion, und die Abweichungen sind unwesentlich. Man versieht die Schächte überall mit einem Kohlensack, obgleich man denselben nicht immer in einerlei Höhe anbringt, sondern den Theil des Kernschachtes, der an dem Untergestell angeschlossen ist, bald mehr bald weniger zusammenzieht, also den Kohlensack bald in einer größern, bald in einer geringern Höhe über dem Boden, oder über der Form anlegt, folglich die Kurve, nach welcher der Schacht konstruirt ist, in so fern man ihm nicht bloß die Gestalt von zwei abgekürzten Kegeln gibt, auf mancherlei Weise abändert. Diese Abänderungen treffen auch die Höhe der Ofen, indem man einige nicht über 18 bis 20 Fuß hoch macht, weil man bei einer größern Höhe schon ein schlechtes Produkt darzustellen fürchtet; andern dagegen eine Höhe von 35 bis 40 Fuß zutheilt, um das Brennmaterial vortheilhafter zu benutzen. In andern Gegenden pflegt man die Höhe von 28 bis 30 Fuß als die Normalhöhe eines mit Holzkohlen betriebenen Ofens ohne Obergestell anzusehen. Bei den mit einem Obergestell versehenen Öfen sind die Abweichungen

noch bedeutender, indem auch die verschiedenen Dimensionen der Gestelle und die Neigungswinkel der Rast in Betracht kommen. Die Meinungen über die Höhe der Öfen, so wie über die Weite und Lage des Kohlensackes, sind hier eben so verschieden; auch hat man Schächte ohne Kohlensack anzuwenden angefangen, indem man den Kernschacht von der Rast bis zur Gicht senkrecht in die Höhe führte. Die mit Koaks betriebenen Öfen haben fast alle ein Obergestell, und nur bei einigen wenigen trifft man keines.

Durch die nun speciell zu beschreibenden Zeichnungen von Schachtöfen zum Verschmelzen der Eisenerze wird man nicht allein die verschiedenen hauptsächlichsten Einrichtungen und die verschiedenen einzelnen Theile derselben kennen lernen, sondern man wird auch die Konstruktionen der Schächte und Gestelle mit denen vergleichen können, wie sie aus den entwickelten Grundsätzen hervorgehen würden. Der uns zugemessene Raum macht es nothwendig, daß wir uns nur auf wenige Beispiele beschränken, und wir verweisen deßhalb auf *Karsten's* Eisenhüttenkunde, III. Bd., auf dessen Metallurgie, IV. Bd. und auf unser eigenes »Lehrbuch der Eisenhüttenkunde,« I. Bd., in welchen Werken man die verschiedenartigsten Hochofenkonstruktionen zusammengestellt, beschrieben und abgebildet findet.

Die Zeichnungen, Fig. 4 und 5, Taf. 3, stellen einen von den höhern steiermärkischen Öfen, — den Wrbna-Ofen zu Eisenerz, — im Längenprofil nach der Linie A B, und im Horizontaldurchschnitt im Niveau der Formen, nach C D dar. Diese Zeichnungen geben im Allgemeinen einen Begriff von der Bauart der süddeutschen *Blauöfen*. Bei den niedrigern Öfen bedient man sich nicht der Sandsteine, aus welchen der Schmelzraum zusammengesetzt ist, sondern wendet dazu Thon oder möglichst feuerfeste Thonsteine an. Der Kernschacht oder das Schachtfutter ist zuweilen doppelt vorhanden; die niedrigern Öfen erhalten aber immer nur ein Futter. Von der Rauhmauer des Ofens, in welcher das Schachtfutter eingesetzt ist, wird das letztere durch eine 6 Zoll starke Füllung von zerschlagenen Ziegeln getrennt, damit sich die Schachtmauer ohne Nachtheil für die Rauhmauer ausdehnen kann. Bei den niedrigen Öfen ist eine solche Füllung nicht vorhanden. Auch zweier Formen bedient man sich nur bei

den höhern Öfen. In der Ofenbrust, welche in einer Höhe von 36 Zoll vom Bodenstein aufgeführt ist, befindet sich die 12 Zoll breite Stichöffnung A zum Ablassen der Schlacke und des Eisens. Der Wrbna-Ofen ist rund, vom Boden bis zur Gicht 36 Wiener Fuß hoch. Die Gicht ist 26 Zoll weit, der Kohlensack 8½ Fuß. Der ganze Schacht besteht aus zwei abgekürzten Kegeln, von denen der obere 24, und der untere 12 Fuß hoch, und deren gemeinschaftliche Grundfläche der Kohlensack ist. Ein Obergestell ist nicht vorhanden, indem die Fläche vom Kohlensack bis zur Form als Rast und als Obergestell betrachtet werden kann. Die Formen sind 18 und 20 Zoll vom Bodenstein entfernt, und haben in ihrer Richtung gegen den Schmelzraum die im Grundrisse angedeutete Abweichung; man gibt ihnen eine Neigung gegen den Bodenstein von drei bis fünf Graden. Wie alle süddeutsche Öfen, so ist auch dieser auf der Gicht mit einer 36 Fuß hohen, sich nach oben zu verengenden, in der Abbildung, Fig. 4, aber weggelassenen, Windmauer versehen, in welcher sich eine Öffnung befindet, durch welche man zur Gicht gelangt. Der Ofen verschmelzt leichtflüssige und leicht reduzirbare Braunerze, und erzeugt Spiegelfloß und blumige Flossen. Zum Bodenstein wird zuweilen Marmor angewendet. Die Abzüge für die Feuchtigkeit befinden sich sowohl unter dem Bodenstein, als auch in den Rauhmauern des Ofens. Bei der Stärke der letztern und weil immer nur sehr leichtflüssige Beschickungen verschmolzen werden, folglich die Hitze im Ofen nicht sehr groß ist, hat man keine Verankerungen nöthig. Das Arbeits- und die Formgewölbe sind wirkliche massive Gewölbe, und werden durch Tragebalken nicht unterstützt.

Fig. 6 ist das Profil des Hochofens zu Königshütte am Harz, der erst vor einigen Jahren neu erbauet ist und zugleich eine Vorstellung von der Gestalt der Schächte gibt, wie man sie allgemein am Harz anwendet. Er ist 35 Calenberger Fuß hoch (und der höchste am Harz, da die Hochöfen dort gewöhnlich nur 28 bis 30 Fuß hoch sind), im Kohlensack 8, und in der Gicht 4 Fuß weit (auf der Rothenhütte betragen diese beiden letztern Maße 8 und 6 Fuß bei 33 Fuß Höhe). Das Gestell ist 5 Fuß hoch, die beiden Formen liegen 15 Zoll über dem Boden und haben ein Steigen von acht Grad. Gestell und Schachtfutter bestehen aus

sehr feuerfestem Quadersandstein. Nur der Gichtkranz ist 6 Fuß hoch aus Ziegelsteinen gemauert. Der Hochofen verschmelzt (wie fast alle harzer Hochöfen) hauptsächlich strengflüssige Roth- und nur wenig Brauneisensteine, produzirt graues Roheisen, welches größtentheils zur Gießerei benutzt wird. Flache Rasten (denen die harzer Eisenhüttenleute sehr das Wort reden), ein ganz nahe am Schmelzraum liegender Kohlensack, enge und hohe Gestelle, und verhältnißmäßig weite Gichten, sind das Eigenthümliche der harzer Ofen, die sämmtlich mit offener Brust und jetzt größtentheils mit zwei Formen arbeiten.

Fig. 7 und 8 sind die Längenprofile von dem Hochofen von Finspång, von denen das eine durch die (offene) Vorwand und Rückseite, und das andere durch die Form- und Windseite genommen ist. Diese Profile zeigen zugleich die Gestalt der Schächte, wie sie, mit unbedeutenden Abweichungen, in ganz Schweden eingeführt sind. Der Ofen zu Finspång gehört zu den höchsten, welche in Schweden angetroffen werden. Er ist vom Boden bis zur Gicht 28 Fuß 5 Zoll rheinl. hoch. Der Kohlensack hat 7 Fuß rheinl. im Durchmesser (denn in Schweden hat man überall kreisrunde Schächte), und liegt 13¼ Fuß vom Boden entfernt. Die Gichtöffnung hat eine Weite von 4½ Fuß. Das Längenprofil wird vom Kohlensack bis zur Gicht durch ganz gerade Linien gebildet, aber mit dem Schmelzraume, in der Höhe der Form, verbindet man den Kohlensack durch eine Kurve, deren Krümmung nicht auf allen Seiten des Ofens gleich groß ist, und auf deren Gestalt man eine große Wichtigkeit legt. Auch wird der Kohlensack bald etwas mehr, bald etwas weniger vom Bodenstein entfernt. Die Form liegt 18 bis 19 Zoll vom Boden. Die Anwendung von mehreren Formen ist in Schweden nicht eingeführt. Man gibt aber der Form fast immer eine geringe Neigung in den Herd, welche höchstens fünf Grad steigt, wenn das Roheisen zum Geschützguß bestimmt ist. Das Untergestell erhält von der Formhöhe bis zum Boden eine kleine, obgleich unbedeutende Dossirung, so daß die Weite desselben von der Form zur Windseite, auf dem Boden 23 Zoll, und in der Formhöhe 24 Zoll beträgt. Ein Obergestell ist nur auf der Formseite vorhanden, und dort etwa 12 Zoll hoch. Die Rauhmauer der beiden neben

einander liegenden Hochöfen zu Finspång besteht aus Granit, das Schachtfutter aus Sandsteinquadern, das Gestell und die Gicht aus feuerfesten Ziegelsteinen. Die Hochöfen zu Finspang haben ein Dach von Eisenblech, um das Wetter von der Gichtöffnung abzuhalten, eine für das rauhe Klima des nördlichen Europa sehr lobenswerthe Einrichtung, die auch schon am Harze befolgt worden ist.

In den Zeichnungen Fig. 1 u. 2, Taf. 89, ist ein 28½ Fuß hoher Ofen mit offener Brust dargestellt, so wie er auf der Kreuzburgerhütte in Oberschlesien, zum Verschmelzen von Sphärosideriten bei Holzkohlen, angewendet wird. Die Zustellung geschieht mit feuerfestem Thon, und nur zum Tümpelstein, so wie zum Wallstein und zu den beiden Vorderbacken werden Sandsteine genommen. Die Rauhmauer ist stark verankert und hat gehörige Kanäle für den Abzug der Feuchtigkeit. Der Grundriß, Fig. 2, zeigt die ganze Länge des Gestelles in der Formhöhe; die Zeichnung, Fig. 1, ist ein Längenprofil nach B C des Grundrisses, oder durch beide Formen. In dem massiven Fundamente des Ofens ist eine 3¼ Fuß hohe Röhre durchgeführt, welche die mit dem Gebläse kommunizirenden, und zu beiden Blasegewölben führenden Windleitungsröhren aufnimmt, und welche zugleich als Hauptabzugskanal für die Feuchtigkeit dient. Wegen der örtlichen Beschaffenheit hat das Fundament noch 8¾ Fuß unter der Röhre fortgeführt, und auf eingerammtes Pfahlwerk gelegt werden müssen. Auf den Zeichnungen sind: a der Wallstein; c die beiden Vorderbacken, alle drei Stücke aus Sandstein; d die Thonmasse für das Gestell; g eine Mauerung von gewöhnlichen Ziegeln für den Rauhschacht und für die Ausfüllung des Gestellraums; h das Schachtfutter und die Rast, aus feuerfesten Thonziegeln bestehend. Das Futter ist nicht unmittelbar mit dem Rauhschacht verbunden, sondern von demselben durch einen 1½ Zoll weiten offenen Raum m getrennt; i eine Ausfüllung von zerschlagenen Ziegeln und von Sand zwischen dem Rauhschacht und der Rauhmauer; k Kanäle zur Ableitung der Feuchtigkeit; l eine Sandschichte zur Unterlage für die Gestellmasse; n die Abstichöffnung; o ein Damm von Sand, um die Abstichöffnung zu verschließen; p die eiserne Verankerung des

Rauhgemäuers; q die eisernen Tragbalken der beiden Blasgewölbe.

Die beschriebenen Blau- und Hochöfen werden mit Ausnahme des Gleiwitzer, von welchem in Fig. 2 und 3, Taf. 88, Gestell und Rast abgebildet, alle mit Holzkohlen betrieben. Bei der Anwendung von Koaks hat man von Öfen mit geschlossener Brust nur noch wenig Gebrauch gemacht, obgleich sie bei leichtflüssigen Beschickungen gewiß sehr zu empfehlen sind. Wegen der großen Windmasse, welche diese Öfen in der Regel erhalten, kann man ihnen größere Dimensionen zutheilen. Die Verschiedenheit der Konstruktion ist bei den Koakshochöfen auch sehr bedeutend, obwohl nicht in dem Maße als wie bei den Holzkohlenhochöfen.

Die Fig. 3 zeigt im Längenprofil durch die Form in der Rückseite und durch den Tümpel, und Fig. 4 einen Grundriß im Niveau der Formen, oder nach der Linie E F, Fig. 3, von einem der vier Hochöfen (dem Redenofen) auf der Königshütte in Oberschlesien, den wir hier als den Repräsentanten eines gut und sorgfältig konstruirten Koakshochofens anführen. Er verschmelzt okrige Brauneisensteine aus der Juraformation und Sphärosiderite aus der Steinkohlenformation (in einer leichtflüssigen Beschickung), mit sehr guten, den Backkohlen sich nähernden Sinterkohlen, auf zu verfrischendes Roheisen. Der Ofen hat, wie man in Fig. 4 sieht, drei Formen und eine oben runde und unten viereckige Rauhmauer. Man hat dem Ofen ein dreifaches Futter von feuerfesten Ziegelsteinen gegeben. Die Veranferung der Rauhmauer besteht theils (oben) aus geschmiedeten eisernen Reifen, theils (unten) aus geschmiedeten eisernen Ankern, welche in besonders dazu ausgesparten Räumen in den Rauhmauern liegen, welche zugleich als Abzugsöffnungen für die Feuchtigkeit dienen. Auf den Zeichnungen bedeuten: a Abzugskanäle für die Feuchtigkeit; a' Gewölbe im Fundament des Ofens; b eine Sandschichte zur Unterlage für den Boden des Gestelles; c ein Stück Bodenstein; d die Zustellung aus feuerfester Thonmasse; e der Wallstein; f die Wallsteinplatte; g die Schlackenplatte; h die Schlackenleiste; i das Tümpeleisen von geschmiedetem Eisen; k das Tümpelblech, oder die gegossene eiserne Platte zur Verwahrung des Tümpels; l Mauerwerk von feuerfesten Thonzie-

geln; n Hinterfüllung von Ziegelstückchen; o gußeiserne Tragbalken; p geschmiedete eiserne Reifen; q geschmiedete eiserne Anker; r gegossene Ankerplatten; s die drei kupfernen Formen; t die gegossenen Düsen, verbunden durch die ledernen Schläuche u mit den Windsperrungskasten v, an denen die Kasten w mit den Windmessern angebracht sind; z die beiden Vorherdleisten; tz die gußeisernen platten Straßenschienen, auf welchen die Erz- und Kohlenwagen, die aus Gußeisen und Blech bestehen, über die Gichtöffnung geschoben und dort entleert werden.

Statt den Kernschacht mit einer Mauer zu umgeben, hat man es, besonders in England, versucht, ihn mit einem gußeisernen Mantel, oder auch nur mit nahe an einander geschobenen geschmiedeten eisernen Reifen, zusammen zu halten. Diese Bauart, von der hier ein Beispiel mitgetheilt werden soll, kann jedoch nur da Berücksichtigung verdienen, wo es mehr darauf ankommt, eine Hochofenanlage rasch und wohlfeil auszuführen, als Kohlen zu ersparen. In England betreibt man hin und wieder einen Ofen auf die Dauer von wenigen Jahren, und wenn er wieder abgeworfen wird, so haben die eisernen Verankerungen immer noch Werth. Auf den Erfolg der Schmelzarbeit kann es an sich nicht vom wesentlichen Einfluß seyn, ob der Schacht durch eine steinerne, oder durch eine eiserne Umgebung die erforderliche Stabilität erhält. Die Fig. 1 u. 2, Taf. 12 zeigen einen solchen mit Koaks betriebenen Hochofen, der in der Gegend von Swansea in Wales betrieben wird, und dessen Schachtform und Dimensionen aus dem Durchschnitt Fig. 1 ersichtlich sind. Der Schacht besteht aus einem einfachen Futter von 9 Zoll langen, $2^1/_2$ Zoll starken und 3 Zoll breiten Ziegelsteinen. Der Wind wird dem Ofen durch drei Formen zugeführt. Gestell und Rast bestehen aus Steinen und die horizontalen Linien in Fig. 1 zeigen sieben Stücke Gußeisen, die treppenartig liegen und Gestell und Rast stützen. Die Pfeiler a a und b b, Fig. 2, sind von Gußeisen und ungefähr 9 Fuß hoch. Der Ofen wird von acht dieser Pfeiler getragen, indem zu jeder Seite der drei Form- und der Arbeitsöffnung einer steht; ihre Stärke beträgt 14 Zoll. Sie tragen gußeiserne Kränze d, von 8 Zoll Höhe und 3 Zoll Stärke. Rast und Schacht des Ofens sind mit gewalzten Reifen umgeben, von de-

nen jeder aus vier Stücken besteht. Zuvörderst legt man gegen das Futter vier Stäbe f g, der Länge nach gelegt, und über diese kommen die Reife i k, die durch die Stücke m n mittelst Bolzen verbunden werden. Es sind 63 solcher Reifen um den Ofen vorhanden. Die Formen bestehen aus Gußeisen. (Eine ganze Reihe von englischen Hochöfen findet man auch beschrieben und abgebildet in: Dufrénoy et de Beaumont, Voyage métallurgique en Angleterre, Paris 1827; und in Coste et Perdonnet, Mémoires métallurgiques sur la Grande-Bretagne. Paris 1830.)

Über den Betrieb der Öfen zum Schmelzen der Eisenerze. — Nach erfolgter Zustellung muß der Ofen zuerst mit Sorgfalt abgewärmt werden. Es ist dabei eine große Vorsicht nothwendig, um die plötzliche Erhitzung des Schachtes und des Gestellraumes zu vermeiden, weil dadurch ein Springen und Reißen der Schachtmauerung und der Gestellmassen veranlaßt werden würde; ganz besonders ist diese Vorsicht bei Öfen mit hohen und engen Gestellen nothwendig. Man überzieht die Gestellwände deßhalb wohl mit einem leichtflüssigen Gemenge von fein gepulvertem Kalk, Hochofenschlacke und Frischschlacke, woraus man mit Wasser einen dünnen Brei macht, und solchen mit einem Pinsel, etwa ein paar Linien stark, aufträgt. Das Gestell erhält dadurch beim Abwärmen einen glasartigen Überzug, wodurch die Steine (wenn diese angewendet werden) gegen das Zerspringen und Ablösen von Schalen gesichert werden. Beim Abwärmen wird zuerst vor der Ofenbrust ein schwaches Feuer angemacht, und die erhitzte Luft durch den Ofenschacht, wie durch eine Esse, geleitet. Man rückt das Feuer immer mehr in das Gestell, vermindert dann aber den Luftzug, damit die Kohlen keine zu starke Gluth entwickeln, und schreitet zum Füllen des Ofens mit Kohlen, die von der Gicht in den Schacht gestürzt werden. Gewöhnlich schüttet man, bei sehr schwachem Luftzuge, weßhalb auch die Gichtöffnung mit eisernen Platten zugedeckt wird, jedes Mahl nur so viel Kohlen ein, daß sie eine 4 bis 6 Fuß hohe Schicht im Ofenschacht bilden, und wartet mit dem Nachschütten von frischen Kohlen so lange, bis die vorhergehende Schicht ganz durchgebrannt ist. Bei neu eingesetzten Schächten fährt man mit diesem

Nachfüllen so lange fort, bis die Kohlen die Gichtöffnung erreicht haben. Sollte bei neu eingesetzten Schächten zufällig viel Feuchtigkeit in den Ofen gekommen seyn, so muß die Füllung nicht bloß zur Gicht fortgesetzt, sondern der Zug von unten, durch die Vorwand und durch die Formöffnungen, auch wohl gänzlich gehemmt, die Gicht mit gegossenen Platten bedeckt werden, und der gefüllte Ofen mit den glühenden Kohlen acht bis vierzehn Tage lang stehen bleiben, wobei man die wenigen verbrennenden Kohlen von Zeit zu Zeit durch neue ersetzt. Ein ganz neuer Ofen, der zum ersten Mahle in Betrieb gesetzt wird, erfordert immer eine sehr sorgsame Behandlung. Wenn bloß eine neue Zustellung Statt gefunden hat, und kein neuer Schacht eingesetzt worden ist; so pflegt man das Abwärmen nur so lange fortzusetzen, bis die Kohlen die Höhe des Kohlensackes erreicht haben Eine andere, weniger zu empfehlende Methode des Abwärmens besteht darin, daß man den Ofen bis zur Gicht, oder bis zu der Höhe, die man für nothwendig hält, mit kalten Kohlen anfüllt, und diese oben anzündet, so daß sich das Feuer herunterziehen muß. Es entsteht durch dieses Verfahren der Nachtheil, daß die Feuchtigkeit mehr nach unten als nach oben entweichen muß.

Sobald die Füllung beendigt ist, wird etwas beschicktes Erz eingetragen, welches man niedergehen läßt, bis wieder eine neue Kohlengicht mit Erz gegeben werden kann. War die Füllung mit Kohlen nicht bis zur Gicht fortgesetzt worden, so müssen die Kohlen- und Erzgichten allmählich so lange nachgetragen werden, bis sie die Höhe der Gichtöffnung erreichen. Die Beschickung zu diesen Erzgichten muß möglichst leichtflüssig eingerichtet, und nur wenig Erz in steigendem Verhältnisse angewendet werden, weil sich erst nach erfolgtem Anblasen die Quantität Erz bestimmen läßt, welche eine Kohlengicht zu tragen vermag. Man wendet auch wohl zu den ersten vier bis sechs Gichten bloß Kalkstein, und noch kein Erz an, um durch das Eintreten des Kalkes in den Gestellraum eine Anzeige zu erhalten, das Untergestell vorn zu schließen, und die Vorkehrungen zum Anblasen zu treffen. Die auf diese Weise ohne Gebläse niedergehenden Erzgichten nennt man **stille** Gichten, die Kohlengichten ohne Erzsatz aber **leere** Gichten. Zeigen sich die ersten Spuren des niedergehenden Kalksteins oder

Erzes im Gestell, so wird der Boden gereinigt, der Wallstein vorgebracht, die Abstichöffnung mit schwerem Gestübbe geschlossen (bei den Blauöfen wird der obere Theil der Abstichöffnung mit Thonsteinen geschlossen, so daß nur unten am Boden eine Öffnung zum Ablassen des Eisens und der Schlacke bleibt, welche mit schwerem Gestübbe zugemacht wird), es werden die Formen eingesetzt, die Düsen vorgelegt, und es wird das Gebläse erst langsam angelassen, um bei dem schwachen Erzsatz keine zu große Hitze zu erzeugen, und die Gestellmasse nicht zu sehr anzugreifen. Erst wenn nach und nach schwerere Erzsätze niedergehen, verstärkt man das Gebläse, bis der Wind nach drei bis sechs Tagen die für das Brennmaterial erforderliche Geschwindigkeit erhalten hat. Die Formen müssen (in sofern man nicht etwa zwei neben einander liegende Formen anwendet) nach dem Mittelpunkt oder nach der Achsenlinie des Gestelles gerichtet seyn, auch müssen sie eine ganz horizontale Lage erhalten, indem jede Abweichung von der horizontalen durchaus zwecklos ist.

Die Arbeiten bei den Blau- und bei den Hochöfen sind ziemlich übereinstimmend. Sie beschränken sich darauf, den auf der Gichtöffnung durch das Niedersinken der Schichten entstehenden Raum immer wieder mit neuen Kohlen- und Erzgichten anzufüllen, und das Gestell von den Schlackenansätzen rein zu halten. Bei den Blauöfen geschieht das Reinigen des Untergestelles oder des Herdes gewöhnlich beim Abstechen selbst, indem alsdann Roheisen und Schlacken gleichzeitig abgelassen werden. Weniger oft tritt der Fall ein, die über dem Roheisen im Gestellraume befindliche Schlacke für sich allein abzulassen, wobei dann der Stich nicht unten am Boden, sondern in einer größern Höhe geöffnet wird. Bei den Ofen mit offener Brust tritt die Schlacke unter dem Tümpel in den Vorherd, und dient hier ebenfalls als eine Decke für das Roheisen. Die Schlacke wird dann entweder abgeworfen, oder man läßt sie von selbst über den Wallstein abfließen. Im ersten Falle gibt man dem Wallstein gewöhnlich die Formhöhe, im letzten Falle macht man ihn 1 bis 1½ Zoll niedriger. Das freiwillige Abfließen der Schlacke über den Wallstein ist deßhalb vorzuziehen, weil dadurch ein geringerer Verlust an

Eisen entsteht, welches in kleinen Körnchen mechanisch in der Schlacke hängen bleibt.

Das Reinigen des Gestelles ist bei den Holzkohlenhochöfen, so wie überhaupt bei leichtflüssigen Beschickungen, keine schwere Arbeit. Aber bei den mit Koaks betriebenen Hochöfen wird das Reinigen der Gestelle durch die Kohlenlösche in dem Falle sehr erschwert, wenn man bei hohen und engen Zustellungen absichtlich strengflüssige Beschickungen anwendet, um ein sehr hitziges graues Roheisen für den Gießereibetrieb zu erhalten. Man ist dann genöthigt, regelmäßig alle sechs Stunden, zuweilen auch noch häufiger, das Gestell von den sich ansetzenden Schlackenmassen, die durch die fast unzerstörbare Koaklösche noch mehr zum Erstarren und Erhärten geneigt werden, vermittelst langer Brechstangen zu befreien, und besonders den hintern Theil des Gestelles und die Ecken von den Anwüchsen und zusammengesinterten Schlackenklumpen zu säubern. Bei leichtflüssigen Beschickungen, und bei einem guten Gange des Ofens, sind die Reinigungsarbeiten sehr unbedeutend, und beschränken sich oft nur darauf, die schlackenartigen Anwüchse um die Formen, welche durch den kalten Windstrom veranlaßt werden, loszustoßen.

Der erste Abstich nach erfolgtem Anblasen findet, je nachdem das Untergestell mehr oder weniger räumlichen Inhalt hat, nach einem bis drei Tagen Statt. Nicht selten pflegt das Roheisen, vorzüglich bei den Koakshochöfen, obgleich es bei dem reichlichsten Verhältnisse der Kohlen zum Erz erblasen ist, bei dem ersten und zweiten, und wenn der Ofen nicht gut abgewärmt ist, oder wenn er einen neuen Schacht erhalten hat, auch noch wohl bei den folgenden Abstichen, weißes Roheisen zu geben, welches indeß bei den Holzkohlenöfen so leicht nicht vorkommt, wenn das Abwärmen nur mit einiger Vorsicht geschehen ist. Die Ofenmauern absorbiren nämlich in den ersten Tagen des Betriebs eine große Wärmemenge, wovon auch sehr viel zur Verflüchtigung der Feuchtigkeiten, die durch das Abwärmen nicht vollständig entfernt werden können, verwendet werden muß, weßhalb der Ofen den Hitzgrad nicht erhalten kann, der zur Umwandlung des weißen Roheisens in graues nothwendig ist. Deßhalb kann der Ofen auch oft erst nach mehreren Wochen zum vollen Satze gelangen, und

man hat zu Anfange des Betriebes ganz vorzüglich dahin zu sehen, daß die Kohlengichten nicht mit Erz überladen werden, weil sonst ganz unvermeidlich Versetzungen eintreten, welche bei hohen Schächten sogar zu einer gänzlichen Erstickung und zum Erhärten der Schmelzmasse im Ofenschacht Anlaß geben, so daß der Betrieb gänzlich eingestellt werden muß. In den ersten vierzehn Tagen muß man daher mit dem Erzsatz sehr vorsichtig und langsam steigen, und nur dann die Verstärkung des Erzsatzes vornehmen, wenn alle Anzeigen auf einen sehr gaaren Gang deuten, bis man zuletzt zu dem stärksten Satze gelangt, den die Kohlen tragen können, und welchen man beibehält, bis Umstände die Verminderung desselben nothwendig machen. Wenn die Schachtmauerung durch eine solche vorsichtige Behandlung des Ofens so stark erhitzt ist, daß sie nur noch wenig Wärme ableitet; so kann ein zufällig zu starker Erzsatz auf den Gang weniger nachtheilig wirken, weil die Mauerung einen Theil der Hitze wieder abgibt, und gewisser Maßen das Gleichgewicht wieder herstellt, wenn nur nicht zu viele scharfe, d. h. mit Erz übersetzte Gichten hinter einander folgen, wodurch freilich die Abkühlung zu groß werden würde. Wenn daher die Rauhmauer des Ofens sehr dick und mit guten Füllungen und Abzüchten versehen ist, so erfordert sie zwar zuerst mehr Wärme, oder der Ofen kann später zum vollen Erzsatz gelangen; allein der Gang wird viel gleichartiger, und einzelne scharfe Gichten zeigen einen weniger nachtheiligen Einfluß, als bei dünnen Mauerungen. Diese große Vorsicht wendet man bei sehr niedrigen Schachtöfen nicht an, besonders wenn es die Absicht ist, übersetztes Roheisen, d. h. weißes Roheisen mit geringem Kohlengehalt zu erzeugen, welches immer nur bei einem zu reichlichen Verhältniß der Erze zu den Kohlen entstehen kann, aber auch zugleich nothwendig immer zu Erhärtungen und Versetzungen im Ofen Anlaß gibt, welche bei sehr niedrigen Schachten und weiten Gestellräumen zwar den Betrieb momentan unterbrechen, aber nicht leicht seine gänzliche Beendigung herbeiführen.

Beim Eintragen oder Aufgeben der Gichten ist es überall gebräuchlich, stets gleiche Quantitäten Holzkohlen oder Koaks zu einer Gicht beizubehalten, den Erzsatz aber nach den Umständen,

schwerer oder leichter einzurichten. Bliebe die Beschaffenheit der Kohlen und der Erze unveränderlich, so sollte derjenige Erzsatz, welchen die Kohlengicht in einem völlig erwärmten Ofen zu tragen vermag, um Roheisen von einer gewissen Beschaffenheit zu liefern, beständig unabgeändert beibehalten werden. Allein der sehr veränderliche Feuchtigkeitszustand der Kohlen, und selbst der Erze, besonders aber die nach und nach erfolgenden Erweiterungen des Schmelzraums, schadhafte Stellen in den Schacht- und Rastmauerungen, der ungleiche Effekt der Gebläse bei verschiedenen Feuchtigkeitszuständen und Temperaturen der Atmosphäre, Nachlässigkeiten der Arbeiter und andere zufällige Umstände, machen es nicht selten nothwendig, den Erzsatz zu vermindern, um stets Roheisen von einerlei Beschaffenheit zu erzeugen, den Ofen in gleicher Hitze zu erhalten und Versetzungen im Schmelz- und Schachtraum zu verhüthen. Häufig sind die Umstände, welche eine Verminderung des Erzsatzes nöthig machen, nur vorübergehend, und dann läßt sich das Verhältniß des Erzes mit Vorsicht wieder erhöhen. Bei großen Öfen findet dieses Fallen und Steigen des Erzsatzes sehr selten Statt; kleinere Öfen aber sind solchen Veränderungen weit mehr ausgesetzt, weßhalb auch das Roheisen in niedrigen Öfen ungleichartiger ausfällt. Die Kohlen müssen in einem möglichst trocknen Zustande angewendet werden. Die Koaks zieht man, wenn es irgend möglich ist, kurz vor dem Aufgeben aus den Meilern.

Die Brennmaterialien nach dem Gewicht aufzugeben, ist, wegen des veränderlichen Feuchtigkeitszustandes, nicht sehr zuverlässig. Fast ist es besser, zu jeder Gicht ein bestimmtes Maß von Kohlen oder Koaks anzuwenden, obgleich größere Stücke die Räume weniger vollständig ausfüllen als kleine, wodurch die Kohlengichten auch nicht einerlei Werth behalten. Gewöhnlich wendet man zum Aufgeben der Kohlengichten einrädrige, mit einem geflochtenen Korbe versehene Karren, die ein gewisses Volum enthalten können, an; bei größern, besonders bei Koakshochöfen, sind aber eiserne Gichtfässer am besten, welche aus Eisenblech bestehen und auf einem einfachen eisernen Gestelle mit vier gußeisernen Rädern stehen. Diese Fässer haben einen beweglichen, durch einen einfachen Mechanismus zum Öffnen und

Schließen eingerichteten Boden, und werden auf eisernen Straßenschienen, die über der Gicht liegen, dorthin geschoben, und durch Öffnung des Bodens ihres Inhalts entledigt. Bei kleinen Öfen und bei Holzkohlen bedient man sich zuweilen auch nur von Ruthen oder Holzspänen geflochtener Körbe (Schwingen), von denen man eine gewisse Anzahl zu einer Gicht bestimmt, und deren Inhalt man mit Händen über der Gicht ausschüttet. Die Menge der Kohlen, die man zu einer Gicht anwendet, ist vorzüglich von der Weite der Ofen abhängig. Sehr große Kohlengichten können nur den Nachtheil herbeiführen, daß der obere Theil des Schachtes beim Niedersinken der Gichten zu sehr abgekühlt wird, welches beim Verschmelzen zinkischer Erze dadurch nachtheilig werden kann, daß das Ansetzen des Ofenbruchs durch die Abkühlung zu sehr befördert wird. Sehr kleine Gichten veranlassen aber das Durchdrücken oder Durchlaufen der Erzgichten, auch wird eine geringe Kohlenmasse durch die schweren Erzsätze leicht an die Seite gedrückt, wodurch ein ungleichartiger Gang des Ofens bewirkt wird, der bei strengflüssigen Beschickungen gefährlich werden kann. Je mehr sich die Kohlengicht von der Gichtöffnung bis zum Kohlensack ausbreiten soll, oder je weiter überhaupt der Ofen ist, desto größere Kohlengichten muß man anwenden. Leichte und leicht zerdrückbare Kohlen, so wie mulmige, dicht liegende Erze, erfordern ebenfalls größere Kohlengichten, als schwere, nicht leicht zerdrückbare Koaks und sperrig liegende Erze. Bei 30 bis 40 Fuß hohen und 5 bis 8 Fuß im Kohlensack weiten Holzkohlenöfen pflegt man Kohlengichten von 20 bis 30 rheinl. Kubikfuß anzuwenden. Bei weitern Öfen sind Kohlengichten von 40 bis 80 Kubikfuß nicht zu groß. Bei der Anwendung von Koaks werden, bei 40 Fuß hohen und 10 bis 12 Fuß im Kohlensack weiten Schächten, Koakgichten von 20 bis 30 Kubikfuß genügen. Höheren und weiteren Schächten können Koakgichten von 40 bis 60 Kubikfuß Inhalt zugetheilt werden. Nur bei sehr leichtflüssigen Beschickungen sind kleine Kohlengichten anzurathen.

Unmittelbar, nachdem die Kohlengicht eingetragen ist, wird auch die E r z g i c h t aufgegeben. Bei kleinern Öfen geschieht dieß mit Schaufeln oder mit hölzernen Trögen oder Käsichen, bei

größeren Öfen aber mit Laufkarren, welche ein bestimmtes Maß oder Gewicht halten, so daß zu jeder Gicht eine bestimmte Anzahl von Schaufeln oder Trögen angewendet wird. Besser ist es, die für jede Gicht abgewogene Quantität Erz in ein eisernes Gichtfaß zu bringen, und dieses über der Gicht auszuleeren. Das Aufgeben der Erzsätze nach dem Volum ist sehr verwerflich, theils weil die Schaufeln und Tröge niemahls eine ganz gleiche Quantität Erz enthalten, theils weil der Feuchtigkeitszustand des Erzes dabei nicht berücksichtigt wird. Je kleiner die Gefäße sind, je mehr davon also zu einer Gicht angewendet werden, desto mehr häuft sich die aus dem Aufgeben nach dem Volum entspringende Mangelhaftigkeit. Wo die Vorrichtungen nicht so getroffen sind, die zu jeder Gicht genau abgewogene Quantität Erz und Zuschläge in ein Gichtfaß zu schütten, und den ganzen Satz mit einem Mahle aufzugeben, müssen wenigstens die Gefäße, in welche der Erzsatz gebracht wird, genau abgewogen, und der jedesmahlige Einsatz alsdann in die Gefäße hineingewogen werden. An manchen Orten, wo das Aufgeben mit Karren verrichtet wird, hat man die zweckmäßige Einrichtung getroffen, die tarirte und mit Erz angefüllte Karre vor dem Aufgeben mit einer Schnellwage abzuwiegen, und nach dem Ergebniß des Abwiegens mehr Erz hinzuzufügen, oder so viel davon wegzunehmen, als zufällig zu viel in die Karre geschüttet worden ist. Bei dem Aufgeben der Gichten ist außerdem noch dahin zu sehen, daß der Ofen stets gefüllt gehalten wird, und daß man die Schichten nicht tiefer niedergehen läßt, als der zu einer Kohlen- und Erzgicht erforderliche Raum beträgt.

Die Anzahl der Gichten, welche in einer bestimmten Zeit durchgesetzt oder niedergeschmolzen wird, ist von der Menge des dem Ofen zugeführten Windes abhängig. Aber auch bei einem gleich bleibenden Effekte des Gebläses gehen bei einem recht hitzigen Gange mehr Gichten nieder, als bei einem abgekühlten Ofen. Deßhalb ist der Gichtengang in den ersten Betriebswochen geringer, als in den folgenden. Nasse Kohlen und Erze verzögern den Gichtenwechsel aus einleuchtenden Gründen; dasselbe folgt aus einer zu großen Anhäufung der Schlacke im Herde, wahrscheinlich weil alsdann der Wind zu viel Widerstand findet, und

der Hauptwindstrom zu sehr gebrochen wird. Dieß ist aber vorzüglich dann der Fall, wenn die Schlacke bei einem sehr hitzigen Gange an Flüssigkeit verliert und zähe wird. Eine große Windmasse, die der Ofen erhält, trägt nicht allein zu einem raschen Gichtenwechsel, sondern auch zu einer ungleich vortheilhaftern Benützung der Kohlen bei, indem die Kohlengichten stärkere Erzsätze tragen, als bei einer geringern Windmenge, und bei derselben Art des darzustellenden Roheisens. Besonders vortheilhaft für die Kohlenbenützung ist aber die möglichste Vertheilung des Windstromes im Schmelzraume, und daher die Anwendung von drei Formen, welche den Wind zu beiden Seiten der Ofenbrust, und derselben gegenüber, in den Schmelzraum leiten.

In Schottland hat man neuerlich die Entdeckung gemacht, daß, wenn die Gebläseluft, ehe sie in den Ofen gelangt, wenigstens bis auf 600° F. erhitzt wird, nur die Hälfte der Koaks zur Erzeugung einer gewissen Quantität Eisen erforderlich ist, auch rohe Steinkohlen statt Koaks angewendet werden können. Auf den Clyde-Eisenwerken erzeugte man bei kalter Gebläseluft und bei einem Verhältnisse von 7 Tonnen Koaks zu 3¼ Tonne Eisenstein wöchentlich 45 Tonnen Roheisen; bei erhitzter Gebläseluft aber bei einem Verhältnisse von 2¼ Tonne rohen Steinkohlen und 3¼ Tonne Eisenstein wöchentlich 65 Tonnen Roheisen. Um die Gebläseluft zu erhitzen, leitet man sie durch ungefähr 40 Fuß lange und 3 Fuß weite gußeiserne Röhren, die aus 3 oder 4 luftdicht in einander gesteckten Stücken bestehen, und horizontal oder so liegen, wie es die Lokalumstände in der Nähe des Hochofens gestatten; am besten freilich horizontal. Diese Röhren nun sind von einem Bogen von Ziegelsteinen umgeben, so daß zwischen beiden ein Zwischenraum von 8 Zoll bleibt. Zwei oder mehrere, mit kleinen (werthlosen) Steinkohlen gefeuerte Flammenöfen werden so angebracht, daß ihre Flamme zwischen der Röhre und deren Mantel von Ziegelsteinen durchstreicht, und am Ende in einen gemeinschaftlichen Kamin geht. Da die Erhitzung der gewöhnlichen Gebläseluft im Ofen bis zu dem Grade, daß sie zur Verbrennung tauglich ist, auf Kosten des Brennmaterials und der Temperatur in demselben geschieht, so ist eine bedeutende Kohlenersparung und auch ein besserer Gang eine natürliche Folge der

Anwendung der erhitzten Luft. Weitere Versuche werden die Sache aufs Reine bringen*).

Abgesehen von ganz zufälligen Umständen, durch welche, bei einer und derselben Windmasse und Windführung, bei einer und derselben Konstruktion des Schachtes und des Gestelles, so wie bei gleich bleibendem Verhältnisse der Erzsätze zu den Kohlengichten, die Temperatur im Ofen zuweilen etwas erhöhet oder vermindert werden kann, hängt die Beschaffenheit des darzustellenden Roheisens ganz allein von dem Verhältnisse des Erzsatzes zur Kohlengicht ab, weil durch dieses Verhältniß die Temperatur bestimmt wird. Man pflegt den Schmelzgang, bei welchem, durch einen sehr reichlichen Erzsatz, folglich durch eine nicht vollständige Reduktion des Erzes, weißes Roheisen mit einem geringeren Kohlegehalt entsteht, einen *scharfen*, oder einen *rohen*, auch wohl einen *übersetzten Gang* zu nennen. Einen *gaaren Gang* nennt man überhaupt denjenigen, bei welchem eine ganz vollständige Reduktion des Erzes Statt findet. Es gibt davon indeß mehrere Abstufungen, die theils von der Temperatur im Ofen überhaupt, theils von der gewählten Zustellungsart abhängig sind. Der gaare Gang, bei welchem das Spiegeleisen entsteht, und bei welchem sich, bei einer nicht ganz leichtflüssigen Beschickung, so wie bei einem engen Schmelzraum, sehr leicht das graue Roheisen mit einem großen Graphitgehalte bildet, ist wesentlich von demjenigen verschieden, der durch strengflüssige Beschickungen und durch hohe und enge Gestelle veranlaßt wird. Nur im letzten Falle entsteht das dunkelgraue, fast schwarzgraue Roheisen, welches unter allen grauen Roheisenarten am wenigsten Graphit enthält, und dabei sehr strengflüssig ist. Nur in niedrigen Öfen, bei leichtflüssigen Beschickungen und bei weiten Schmelzräumen kann man es wagen, den Erzsatz so stark zu führen, daß das sogenannte grelle oder übersetzte, d. h. das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalt entsteht. Bei hohen Öfen und engen Schmelzräumen würde ein solcher Gang, wenn er anhaltend Statt finden sollte, Versetzun-

*) Auf der Königshütte in Oberschlesien sind Anfangs dieses Jahres Versuche angestellt worden, deren uns zur Zeit (Juli 1833) noch unbekannte Resultate entscheidend seyn werden. Auch in Rheinbaiern und Baden soll man Versuche gemacht haben.

gen im Schachte, und zunächst über dem Schmelzraum veranlassen, welche die Einstellung des Betriebes zur Folge haben könnten. Bei hohen Öfen und bei gleichzeitiger enger Zustellung muß das Verhältniß des Erzes zu den Kohlen immer so gewählt werden, daß wenigstens weißes gaares Roheisen entsteht. Ist es aber die Absicht, graues Roheisen, selbst dasjenige mit großem Kohlegehalt, darzustellen, so muß der Erzsatz immer so eingerichtet seyn, daß die Kohlen eher noch einen etwas stärkeren Erzsatz vertragen können, damit der Ofen durch zufällige Umstände, durch nasse Erze, durch schwache Kohlen, durch Nachlässigkeiten beim Aufgeben, durch viele Koakslösche, durch Herabfallen von Schacht- und Raststeinen ins Gestell rc. nicht sogleich aus der Hitze kommt. Noch weniger darf ein Mißverhältniß der Erzgichten zu den Kohlengichten eintreten, wenn graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt, bei strengflüssigen Beschickungen und alsdann immer nothwendigen engen und hohen Gestellen, dargestellt werden soll. Ein Ofen, der durch einen vorhergegangenen scharfen Gang sehr abgekühlt ist, gibt nicht sogleich graues Roheisen, wenn auch die gaarste Schlacke, d. h. die vollständige Reduktion des Erzes, durch die niedergegangenen leichtern Erzsätze sich eingestellt hat, sondern es vergehen oft noch einige Tage, ehe das Eisen wieder vollkommen grau wird. Umgekehrt kann aber ein hoher Ofen, wenn er sich vorher in starker Hitze befand, noch mehrere Stunden lang graues Roheisen bei einer ganz rohen Schlacke liefern. Auch dann, wenn der Boden des Gestelles sehr abgekühlt ist, kann durch Mangel an Hitze weißes Roheisen bei einem sehr gaaren Gange entstehen.

Bei dem Gaargange des Ofens, d. h. bei der vollständigen Reduktion des Erzes, entsteht entweder weißes Roheisen mit Spiegelflächen, oder graues Roheisen; das letztere in dem Falle, wenn das mit Kohle gesättigte weiße Roheisen einer hinreichend hohen Temperatur ausgesetzt wird. Beide Roheisenarten können aber nur bei leichtflüssigen Beschickungen gebildet werden, denn das graue Roheisen von strengflüssigen Beschickungen enthält durch die Einwirkung auf die steife Schlackenmasse schon ungleich weniger Kohle. Es gibt aber noch ein anderes weißes Roheisen, welches ebenfalls bei einem sehr gaaren Gange, d. h. bei einem

reichlichen Verhältnisse der Kohlen zum Erze, gebildet wird, welches eine dichte und körnige Textur, und eine schmutzig-weiße, zuweilen sogar aschgraue Farbe besitzt, und fast alles metallischen Glanzes entbehrt. Dieses weiße Roheisen von gaarem Gange (welches nach Hrn. Karstens Ansicht ein Polykarburet des Eisens ist) entsteht immer nur bei Mangel an Hitze im Schachte. Es ist fester, oder vielmehr weniger spröde, als alles andere weiße Roheisen, kann nur bei einem sehr gaaren, aber dabei kalten Gange des Ofens gebildet werden, und entsteht auch nur bei strengflüssigen Beschickungen in Koakshochöfen; bei niedrigen und bei Holzkohlenhochöfen pflegt es nicht vorzukommen. Dieses weiße Roheisen vom gaaren Gange ist immer außerordentlich mit Silizium überladen. Es hat, obgleich es mit Kohle überall umgeben war, eine theilweise Entkohlung erlitten. Das vollständig reduzirte Eisen wirkte nämlich mit seinem Kohlengehalte auf die zähe, nicht geschmolzene Schlackenmasse, und es fehlte an Hitze, um die Umänderung in graues Roheisen zu bewirken. Um die Produktion eines solchen, fast gänzlich unbrauchbaren, Roheisens zu vermeiden, ist alle Verminderung des Erzsatzes in der Regel ohne Erfolg; das einzige wirksame Mittel ist eine leichtflüssigere Beschickung und eine vermehrte Windmasse, die dem Ofen zugeführt wird. Koaks mit großem Aschegehalt und mit viel beigemengter Lösche (Faserkohle) bewirken leicht die Entstehung dieses körnigen weißen Roheisens vom gaaren Gange, vorzüglich bei schwachem Gebläse; die Entstehungsart des weißen Roheisens vom übersetzten Gange ist daher durchaus verschieden.

Obgleich durch das Verhältniß des Erzsatzes zur Kohlengicht die Temperatur im Ofen, und dadurch dann wieder die Beschaffenheit des Roheisens bestimmt wird, welches man darzustellen die Absicht hat, — und obgleich es daher wenigstens bis zu einem gewissen Grade möglich ist, jede Art des Roheisens (weißes, halbirtes, graues) aus dem zu verschmelzenden Erze darzustellen, indem man nur das Verhältniß des Erzsatzes zur Kohlengicht so einrichten darf, wie es zur Hervorbringung der Temperatur nöthig ist, in welcher die verschiedenen Eisenarten gebildet werden; so kann jenes Verhältniß des Erzsatzes zu den Kohlen doch nur für eine bestimmte Beschaffenheit der Beschickung die erwartete

Wirkung hervorbringen. Ändert man, selbst bei gleich bleibendem Eisengehalte, die Beschickung, so wird sie entweder leichtflüssiger oder strengflüssiger werden, als vorher, und es werden dann ganz andere Verhältnisse des Erzsatzes zur Kohlengicht eintreten müssen, um dieselbe Roheisenart darzustellen. Bei sehr leichtflüssigen und dabei schwer reduzirbaren Erzen ist es auch kaum möglich, weißes Roheisen mit Spiegelflächen, und graues Roheisen darzustellen. Eben so wird, bei sehr strengflüssigen Beschickungen, zwar die Erzeugung des weißen Roheisens vom übersetzten Gange mit großer Gefahr für den Ofen, aber nicht die Darstellung des weißen Spiegeleisens geschehen können, und die des grauen Roheisens wird alsdann nur bei engen und hohen Zustellungen, und bei einer außerordentlich unvortheilhaften Benützung der Kohlen möglich seyn. Daraus ergibt sich der Einfluß der zu leichtflüssigen und der zu strengflüssigen Beschickungen auf die Art des darzustellenden Roheisens, und besonders auf die mehr oder minder vortheilhafte Benützung der Kohlen. Eine gute und gehörig leichtflüssige Beschickung gestattet, zum Vortheile des Kohlenverbrauchs, die Anwendung höherer und engerer Gestelle, ohne die Entstehung eines zu sehr entkohlten, strengflüssigen, grauen Roheisens befürchten zu dürfen, weil das bei dem gaaren Gange sich bildende Spiegeleisen durch die flüssige Schlacke nicht so lange in der konzentrirten Hitze zurückgehalten wird, und weil überhaupt nur eine schwache Einwirkung des Kohleeisens auf eine tropfbar flüssige gaare Hochofenschlacke Statt findet. Strengflüssige Beschickungen lassen sich, ohne große Gefahr, bei weiten Zustellungen gar nicht verschmelzen; aber die engen und hohen Zustellungen geben bei strengflüssigen Beschickungen immer zu der Bildung des grauen Roheisens mit geringem Kohlegehalt Veranlassung, welches für den Verfrischungsprozeß wenig geeignet ist; weßhalb die strengflüssigen Beschickungen schon deßhalb vermieden werden müssen, wenn damit nicht auch zugleich die unvortheilhafteste Benützung der Kohlen verbunden wäre. Nur dann, wenn es die Absicht ist, strengflüssiges graues Roheisen für die Gießerei zu erzeugen, müssen strengflüssige Beschickungen, aber auch zugleich hohe Zustellungen gewählt werden.

Diejenigen Hüttenwerke, welche sich in dem Falle befinden, durch eine angemessene Gattirung verschiedener Erze, zugleich eine günstige Beschickung zu erhalten, werden vortheilhafter arbeiten können, als diejenigen, welche ihren Erzen taube Zuschläge zutheilen müssen. Die Beschaffenheit der Zuschläge ist zwar von der Natur der Erze abhängig, aber das günstigste Verhältniß läßt sich nur durch Versuche und Probeschmelzen ausmitteln. Es ist aber einleuchtend, daß dasjenige Verhältniß das vortheilhafteste seyn muß, bei welchem die Kohlen den höchsten Erzsatz bei einem vollkommen gaaren Gange des Ofens tragen können. Eine solche Beschickung wird zugleich diejenige seyn, welche sich in der Temperatur, in welcher die vollständige Reduktion eines gegebenen Erzes erfolgt, am leichtflüssigsten verhält. Wäre sie es nicht, so würde es noch eine andere Beschickung geben müssen, welche ein noch größeres Verhältniß des Erzsatzes gegen den Kohlensatz gestattet, welches aller Erfahrung entgegen ist. Es muß jedoch wiederhohlt bemerkt werden, daß die aufgefundene Beschickung nur für den Gaargang des Ofens gelten kann, indem für jede geringere Temperatur, in welcher die Reduktion des Erzes nicht vollständig erfolgt, allerdings eine noch leichtflüssigere Beschickung Statt finden wird. Daraus ergibt sich aber auch zugleich, daß die unter der vorigen Bedingung für ein gegebenes Eisenerz aufgefundene Beschickung nur für einen bestimmten Ofen und bei einer bestimmten Windmenge gültig ist, und daß das Verhältniß des Zuschlags sich für andere Ofendimensionen oder für andere Windquantitäten ebenfalls ändern muß. Für ein bestimmtes Eisenerz, für einen bestimmten Ofen und für eine bestimmte Windführung hat man ein sehr gutes empirisches Mittel, diejenige Beschickung zu finden, bei welcher die Kohlen den stärksten Erzsatz, bei einem gaaren Gange des Ofens, zu tragen vermögen. Dieses Mittel besteht darin, mit dem Zusatze des Zuschlags (in so fern das Maximum nicht schon erreicht ist) so lange zu steigen, als man den Erzsatz noch verstärken kann, ohne die Temperatur des Ofens unter diejenige fallen zu lassen, in welcher noch vollkommen gaares Roheisen, d. h. ein in graues Roheisen übergehendes Spiegelroheisen erfolgt. Hat man das Ma-

ximum des Zuschlags, oder diejenige Beschickung, welche für jedes angegebene Erz bei einem Gaargange des Ofens die leichtflüssigste ist, durch einen Versuch im Großen ausgemittelt, so wird man den Erzsatz etwas vermindern können, wenn man die Darstellung eines zwar sehr grauen, aber für den Frischprozeß unter allen grauen Roheisenarten, die sich aus dem zu verschmelzenden Erze darstellen lassen, am mehrsten geeigneten Roheisens beabsichtigt. Soll aber graues Roheisen mit geringerem Kohlegehalt für die Gießerei bereitet werden, so muß das Verhältniß des Zuschlags vermindert oder auch vergrößert werden, um die Beschickung strengflüssiger einzurichten. Bei dem Verschmelzen von Eisenerzen, welche immer eine und dieselbe Zusammensetzung behalten, hat man die Menge des Zuschlags durch vieljährige Erfahrungen ziemlich genau kennen gelernt. Dagegen würde man bei Erzen, deren Verhalten beim Verschmelzen im Großen noch unbekannt ist, das Verhältniß des Zuschlags durch Versuche ausmitteln müssen. Die sogenannten Beschickungsproben, oder die Tiegelproben, können auch dann, wenn man dabei dieselben Zuschläge zu dem Erze anwendet, welche im Großen zu Gebothe stehen, nur ein sehr unvollkommenes Anhalten gewähren, weil die Temperaturen sehr verschieden sind, und weil sich bei den Tiegelproben unter allen Umständen, sobald die Temperatur nur gehörig gesteigert wird, graues Roheisen darstellen läßt. Eben so wenig läßt sich aber auch aus der chemischen Zusammensetzung der Hochofenschlacke auf die Zweckmäßigkeit der gewählten Beschickung irgend ein zuverlässiger Schluß machen, weil jede Veränderung in den Dimensionen des Ofens, und jede Veränderung in der Masse des Windes und in der Windführung nothwendig eine andere Zusammensetzung der Schlacke erfordert, wenn Roheisen von einer bestimmten Beschaffenheit dargestellt werden soll. Dieselbe Schlacke, welche für einen bestimmten Ofen und bei einer bestimmten Windführung sehr zweckmäßig zusammengesetzt werden kann, würde bei demselben Erze sehr unrichtig zusammengesetzt seyn, wenn sie bei einem andern Ofen und bei anderen Windquantitäten erfolgte, indem die Beschaffenheit des Roheisens dann in beiden Fällen sehr verschieden seyn müßte. Die Resultate, welche die chemischen Analysen der Hochofenschlacken

gewähren, können daher zur Beurtheilung der Zweckmäßigkeit der gewählten Beschickung durchaus nicht dienen, und am wenigsten wird die Lehre von den bestimmten Verhältnissen auf die Hochofenschlacken anwendbar seyn.

Daß man dem grauen Roheisen mit geringem Kohlegehalte, welches bei strengflüssigen Beschickungen und in engen und hohen Gestellen bei einem großen Kohlenaufwande erblasen ist, vor dem grauen Roheisen mit großem Kohlegehalte aus leichtflüssigen Beschickungen für die Gießereien den Vorzug gibt, rührt bekanntlich daher, weil sich jenes Roheisen beim plötzlichen Erkalten nicht leicht abschreckt. Wenn aber viele Erfahrungen, besonders beim Geschützguß, darzuthun scheinen, daß jenes strengflüssige graue Roheisen nicht zugleich das festere und haltbarere ist, so kann der Grund davon nur darin liegen, daß es zugleich das unreinere, und mit einem großen Siliziumgehalte beladene ist, welcher sich auch durch Umschmelzen nicht entfernen läßt. Zu solchen Gußwaaren, die eine große Festigkeit erfordern, wird man daher gaares Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen, mit einem größeren Kohlegehalt, anwenden müssen. Hat man nicht Gelegenheit, den Kohlegehalt dieses Roheisens in Flammenöfen zu vermindern, so scheint dasjenige gaare Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen, welches noch nicht ganz grau geworden, sondern zu einem geringen Theile noch Spiegelroheisen geblieben ist, das festeste und haltbarste zu seyn. Es gibt indeß noch andere Mittel, den Kohlegehalt dieses gaaren Roheisens, im Gestelle des Ofens, durch Zusätze von reinen Eisenoxyden theilweise abzuscheiden, und dadurch der Bildung von vielem Graphit, welcher auf mechanische Weise die Haltbarkeit des Roheisens vermindert, entgegen zu wirken. Bei dieser Operation, welche auch durch ganz reine Eisenerze, und selbst durch Kalkstein bewirkt werden kann, und welche man das Füttern nennt, hat man sich indeß zu hüthen, daß das Roheisen nicht zu matt wird, und daß es nicht in einem sehr ungleichartigen Zustande die Formen füllt.

Weil die strengflüssigen Beschickungen immer nur bei einem gaaren Gange des Ofens und bei engen und hohen Zustellungen verschmolzen werden können, wenn man den Ofen nicht durch Verhitzungen in Gefahr bringen will, so wird man dieselben,

weil sie zugleich eine sehr unvortheilhafte Benützung des Brennmaterials veranlassen, nur dann anwenden, wenn graues Roheisen für die Gießereien erzeugt werden soll. Außerdem geht, bei strengflüssigen Beschickungen, der Gang des Ofens, bei einer zufällig eintretenden Temperaturveränderung, fast augenblicklich aus dem gaaren in den rohen über, wogegen er sich bei leichtflüssiger Beschickung lange auf der Gränze von beiden erhalten kann. Dieß ist aber ebenfalls ein sehr großer Vorzug der leichtflüssigen vor den strengflüssigen Beschickungen.

Die Analysen von den Hochofenschlacken sind eigentlich ohne alles Interesse für den Hüttenmann; denn theils sind bis jetzt nur sehr wenig zuverlässige Schlackenanalysen angestellt, theils ist man von den Umständen, unter denen die analysirten Schlacken gebildet werden, zu wenig unterrichtet, so daß sie gar keinen Aufschluß darüber geben können, ob die Schlacken von einer zweckmäßig gewählten Beschickung gefallen sind, oder nicht. Dergleichen Analysen können daher nur ein ganz lokales und spezielles Interesse für ein bestimmtes Erz, für einen bestimmten Ofen, für eine bestimmte Windführung und für eine bestimmte Roheisenart haben, die für den einzelnen Fall dargestellt werden soll. Ein allgemeines Interesse können die Hochofenschlackenanalysen nur dann gewähren, wenn sie die Veränderungen zeigen, welche die Zusammensetzung der Schlacken, bei ganz unveränderter Beschickung, in demselben Ofen und bei derselben Windführung, durch eine Veränderung des Erzsatzes erleidet; oder wenn sie die veränderte Zusammensetzung darthun, bei gleich bleibenden Erzsatze, Schacht- und Gestellkonstruktion, aber bei veränderter Beschickung, also überhaupt die Veränderungen der Zusammensetzung, als eine Folge, oder vielmehr als gleichzeitiger Erfolg der veränderten Beschaffenheit des dargestellten Roheisens, sobald die Ursachen dieser Veränderung bekannt sind.

Wenn so viele Gichten niedergegangen sind, daß sich das Untergestell mit flüssigem Roheisen angefüllt hat, und daß nur noch wenig Raum zwischen der Oberfläche des Roheisens und zwischen den Formöffnungen für die Schlacke übrig bleibt, so muß zum Abstechen geschritten werden. Bei den Blauöfen, deren Untergestell einen geringern räumlichen Inhalt hat, sticht man

zuweilen alle 2 bis 3 Stunden ab. Der Abstich wird so tief als möglich beim Bodenstein geöffnet, und nach dem erfolgten Ausfließen des Eisens und der Schlacke wieder mit schwerem Gestübbe (einem Gemenge aus Lehm und Kohlenklein) verschlossen. Während des Abstechens wird entweder das Gebläse eingestellt, oder die Formöffnung wird durch ein Blech, oder durch einen an einem Stock sitzenden Strohwisch zugesetzt, so daß kein Wind in den Schmelzraum gelangen kann. Die auf dem Roheisen befindliche Schlacke wird durch Begießen mit Wasser zum Erstarren gebracht, mit eisernen Krücken vom Roheisen abgezogen, und wegen der beigemengten Roheisenkörner gewöhnlich ins Pochwerk gebracht. So ist in der Regel das Verfahren, wenn Roheisen von einem absichtlich gewählten scharfen, oder mit Erz übersetzten, oder auch von einem Gange, bei welchem gaares weißes Roheisen erfolgt, erblasen wird. Weil dieses Eisen sehr schnell erstarrt, so wird es oft nicht in besondere Sandformen geleitet, sondern es breitet sich unmittelbar vor der Stichöffnung in der Gestalt unförmlicher, kuchenartiger Scheiben aus, weßhalb es in einigen Gegenden auch Scheibeneisen genannt wird. Das Hartfloß (Spiegelroheisen, oder demselben sich näherndes Roheisen, also blumiges Floß) ist schon flüssiger, und läßt sich oft schon in Sandformen leiten, die zur Aufnahme desselben, vor dem Abstechen, angefertigt werden. Aber das Weichfloß (lukkige Flossen), welches bei einem sehr übersetzten Gange, aus sehr leichtflüssigen Beschickungen und bei weiten Zustellungen in sehr niedrigen Öfen absichtlich dargestellt wird, ist so strengflüssig, daß es oft schon breiartig wird, und sich mehr aus der Stichöffnung wälzt, als herausfließt. Es zeigt beim Austreten aus dem Ofen eine weiße Farbe, und wirft vor dem plötzlich eintretenden Erstarren viele Funken mit Geräusch um sich her. Auch das Hartfloß ist noch sehr dickflüssig, erstarrt bald, mit Funkensprühen und mit einer rauhen Oberfläche. Das Roheisen, welches durch einen verminderten Erzsatz oder durch eine engere Zustellung den Übergang aus dem Spiegelroheisen in das graue Roheisen macht (das halbirte Roheisen), tritt mit einer röthlichen Farbe aus der Abstichöffnung, und erstarrt langsamer als das eigentliche Hartfloß, wobei die Oberfläche des

erstarrten Roheisens ganz eben bleibt. Noch mehr roth gefärbt, aber wie mit einem dünnen Häutchen bedeckt, erscheint das graue Roheisen von leichtflüssigen und leicht reduzirbaren Beschickungen. Es fließt hitzig und dünn, und erstarrt in den Sandformen zuweilen mit konkaver Oberfläche, weil die Ränder früher erkälten als das Eisen in der Mitte der Formen. Es läßt sich sehr weit von der Abstichöffnung fortleiten, ist aber zum Weißwerden durch plötzliche Erstarrung sehr geneigt. Deßhalb wird es auf einigen Hütten auch absichtlich in weißes gaares Roheisen umgeändert, entweder dadurch, daß man es in Sand-, oder besser in Roheisenformen leitet, und Wasser darüber gießt, oder durch besonders dazu eingerichtete Wasserleitungen schnell zum Erstarren bringt; oder dadurch, daß man es in eine Grube leitet, welche nahe bei der Abstichöffnung auf der Hüttensohle in Sand geformt ist, und die Oberfläche des von der Schlacke gereinigten Eisens mit Wasser begießt, wodurch es sich scheibenweise abheben läßt. Man nennt diese Arbeit das **Blattlheben** oder das **Scheibenreißen**. Das bei strengflüssigen Beschickungen und engen Zustellungen erblasene graue Roheisen hat beim Fließen eine blendend weiße Farbe mit röthlichem Lichte; auf der Oberfläche bewegen sich Sternchen oder Häutchen mit einer großen Geschwindigkeit, und diese Bewegung dauert bis zum gänzlichen Erstarren der Oberfläche fort. Das Eisen fließt sehr hitzig und dünn, so daß es die Formen vollkommen ausfüllt. Durch plötzliches Erstarren wird es nur wenig verändert, weil es unter allen Roheisenarten diejenige ist, welche zwar am dünnsten fließt, aber den Übergang aus dem flüssigen in den starren Zustand, und umgekehrt, ganz plötzlich bewirkt, ohne vorher in den breiartig erweichten Zustand überzugehen, welches eine Eigenschaft alles in niedrigern Temperaturgraden erblasenen Roheisens ist.

Bei den Öfen mit offener Brust, welche in dem geräumigeren Untergestelle größere Quantitäten Eisen fassen können, pflegt der Abstich regelmäßig alle 12, 18 oder 24 Stunden Statt zu finden. Vor und nach dem Abstechen wird die Reinigung des ganzen Untergestelles, besonders des Vorherdes vorgenommen. Die Stichöffnungen müssen mit großer Vorsicht behandelt, und jedes Mahl nach dem Abstiche von aller Schlackenmasse, vorzüg-

lich aber auch von dem etwa zurückgebliebenen Eisen gereinigt werden. Unterbleibt diese Vorsicht, so kommt man oft in Gefahr, den Stich mit Zeitverlust und Anstrengung aufhauen zu müssen. Aber das sorgfältige und feste Verschließen mit schwerem Gestübbe ist ebenfalls nothwendig, damit der Stich durch den Druck des vorliegenden Eisens nicht ausreißt.

Dieses regelmäßige Abstechen des Roheisens kann aber nur dann Statt finden, wenn es zum Verfrischen oder zum Umschmelzen bestimmt ist. Wird dagegen ein Hochofen zur Gießerei betrieben, so muß sich der Abstich nach den Bedürfnissen derselben richten. Ein häufiges und unregelmäßiges Abstechen würde nicht allein sehr störend für den Betrieb des Hochofens, sondern auch sehr umständlich seyn, weßhalb solche Öfen gewöhnlich nur selten oder gar nicht abgestochen werden, sondern man das Eisen mit eisernen, mit Lehm überzogenen Gießkellen aus dem Ofen schöpft. Soll geschöpft werden, so wird der Windstrom unterbrochen, der Vorherd wird von Schlacke gereinigt, oder dieselbe gegen den Tümpel gedrückt, und das Eisen mit der Kelle herausgeholt. Jedoch darf der Herd nie gänzlich vom Eisen entleert werden, damit keine Schlacke an dem Boden hängen bleibt. Darauf wird das Untergestell nebst der Form gereinigt, der Vorherd mit glühenden Kohlen aus dem Hintergestelle bedeckt, mit Gestübbe geschlossen und das Gebläse wieder zugelassen.

Bei großen Öfen ist das Schöpfen sehr umständlich, und bei allen wird der Betrieb gestört, welches bei großen nachtheiliger als bei kleinen ist. Stets geht auch dabei sehr viel Eisen mechanisch durch die Schlacke verloren. Vergleicht man daher die Resultate eines für den Frischhütten- und eines für den Gießereibetrieb durch Schöpfen bestimmten Hochofens, so findet man, daß der letztere gegen den erstern sowohl in der Quantität der Roheisenerzeugung, als auch im Verbrauche an Erzen und an Brennmaterial im Nachtheile steht.

Man hat daher verschiedene Mittel zur Abhülfe dieser Nachtheile anzuwenden gesucht. Um die Schlacke zurück zu halten, und um möglichst reines Eisen auszuschöpfen, senkt man in Rußland gußeiserne, mit Lehm überzogene Kränze von ungefähr 1 Fuß

Höhe in den Vorherd ein, und schöpft aus dem auf diese Weise umschlossenen Raume das Roheisen aus, ohne durch die Schlacke behindert zu werden.

Um aber den Hochofenbetrieb gar nicht zu stören, hat man in neuester Zeit entweder neben dem Vorherde oder am Hintergestelle sogenannte Schöpfherde vorgerichtet, und dadurch den Zweck sehr gut erreicht. Fig. 9, Taf. 3, ist ein Profil, und Fig. 10, Taf. 3, ein Grundriß des Vor- und des Schöpfherdes zu Malapane in Oberschlesien. d ist der Vorherd des mit Masse zugestellten Hochofens, c der ganz vorn an demselben befindliche runde, oben 12 und unten 9 Zoll weite Schöpfherd, mit jenem durch den Kanal b, in der Mittelwand a zwischen beiden, verbunden, so daß das Eisen ohne Schlacke in den Vorherd gelangt. Die Kommunikationsöffnung ist 4 Zoll breit und 5 Zoll hoch; enger darf sie nie seyn, weil sie sich sonst leicht verstopfen, und das Eisen zu matt in den Schöpfherd gelangen würde. Zu Rübeland am Harz, wo das aus einer strengflüssigen Beschickung erblasene Roheisen viel weniger hitzig als das zu Malapane ist, mußte die Verbindungsöffnung viel weiter und höher gemacht werden, so daß auch Schlacke in den Schöpfherd gelangen, und eine Decke über dem in demselben befindlichen Roheisen bilden kann. Man fand hier, daß es überhaupt am besten sey, den Schöpfherd nur als einen Flügel des Vorherdes anzusehen, weil man alsdann noch den Vortheil erlangte, recht viel Eisen im Herde halten zu können. Das Eisen muß erst dann in den Schöpfherd treten, wenn der Hochofen in einem guten gaaren Betriebe ist; bis dahin muß der Kanal b mit einem Stücke Holz, welches mit Lehm überzogen ist, verstopft werden. Das Holz verkohlt, und kann dann leicht herausgestoßen werden, wenn der Schöpfherd gebraucht werden soll.

Ein anderer Schöpfherd, der von dem beschriebenen wesentlich verschieden, und zu Kollonowska in Oberschlesien vorhanden ist, ist in Fig. 11, Taf. 3, im Profil abgebildet. Er ist durch Verlängerung des Hintergestelles gebildet, und es fallen dadurch alle Hindernisse weg, die durch einen besondern Schöpfherd nothwendig mehr oder weniger herbeigeführt werden. Der unterste Rückstein, welcher ähnlich dem Tümpelstein behauen, und

auch stärker als gewöhnlich ist, liegt nicht auf dem Boden auf, sondern 5½ Zoll von demselben entfernt, wodurch eine Art von zweitem Vorherd gebildet, und durch die nach der Rückseite des Gestelles hin Statt findende Verlängerung des Untergestelles der Schöpfraum begränzt wird. Dieser Raum, oder der Schöpfherd selbst, ist 14 Zoll breit und 16 Zoll lang, und vorn durch einen zweiten Wallstein geschlossen, welcher dergestalt vorgerichtet ist, daß auch an dieser Seite der Abstich erfolgt, wenn das Eisen nicht mit Kellen oder Pfannen aus dem Herde genommen werden soll. Deßhalb hat der eigentliche Vorherd, weil er nur zum Reinigen des Gestelles und zum Abziehen der Schlacke dient, sehr verengt werden können, wodurch die Abkühlung vermindert, und der Nachtheil ziemlich vollständig ausgeglichen wird, welcher in dieser Hinsicht aus zwei offenen Vorherden für den Hochofen entspringen möchte.

Nie darf das Eisen zu lange im Gestelle gehalten werden indem es alsdann dick wird, sich entfärbt, und überhaupt zu entkohlen anfängt. Besonders ist es bei Koakshochöfen sehr nachtheilig, weil dann durch Abkühlen und Steifwerden der Schlacke eine Versetzung des Gestelles zu befürchten ist.

Die Vorzüge der hohen und weiten vor den niedrigen und engen Schächten, vorausgesetzt, daß die Windquantität und die Windführung mit den Dimensionen der Schächte nicht im Mißverhältnisse stehen, sind durch alle Erfahrungen so erwiesen, daß darüber kein Zweifel mehr obwalten kann. Eben so gestatten auch die engern und dabei nicht zu langsam sich erweiternden Zustellungen eine ungleich vortheilhaftere Benützung des Brennmaterials, als die weiten Gestelle, weil die Hitze mehr konzentrirt, und gleichmäßiger nach oben verbreitet wird. Je höher und weiter aber die Schächte, und je enger die Zustellungen sind, desto gefährlicher wird es für den Betrieb der Hochöfen, durch starke Erzsätze die Temperatur so zu erniedrigen, daß die Reduktion des Erzes nur unvollständig bewirkt wird. Man ist daher genöthigt, bei hohen Öfen und engen Zustellungen den Gang so einzurichten, daß gaares Roheisen erhalten wird. Nur bei niedrigen Öfen und bei weiten Zustellungen ist es thunlich, mit einem großen Aufwande von Brennmaterial weißes Roheisen von übersetztem

Gange ohne sehr bedeutende Störungen darzustellen. Treten Versetzungen in einem hohen Grade ein, so hilft man sich leicht durch einige leichtere Erzgichten, durch leere Gichten, wohl sogar durch Aufbrechen der Vorwand, und durch Aushauen der angesetzten Massen. Solche Mittel lassen sich bei den hohen Öfen und bei engen Zustellungen nicht anwenden, und die Folgen eines übersetzten Ganges würden um so verderblicher seyn, je strengflüssiger und je leichter reducirbar dabei zugleich die Beschickung ist.

Man hat verschiedene Kennzeichen, woran sich der Gang des Ofens beurtheilen läßt. Diese sind von der Flamme auf der Gicht, von dem Gichtengange selbst, ob derselbe ruckweise oder regelmäßig, oder, bei gleichbleibender Windführung, ungewöhnlich schneller oder langsamer erfolgt, besonders aber von der Beschaffenheit des Roheisens selbst, in Verbindung mit dem Verhalten der Schlacke, hergenommen. Sehr flüssige, aber schnell erstarrende Schlacken, die stark braun oder gar schwarz gefärbt sind, deuten immer auf einen rohen Gang, der gefährlich wird, wenn sich die Temperatur im Ofen nicht bald durch leichtere Erzsätze erhöhet. Überhaupt deuten schwarze und braune Farben der Schlacken immer auf einen übersetzten Gang, oder auf leichtflüssige und dabei schwer reducirbare Beschickungen. In beiden Fällen muß der Erzsatz vermindert, aber im letzten Falle zugleich die Beschickung strengflüssiger eingerichtet werden. Licht gefärbte Schlacken, ohne Beimischung von Braun und Schwarz, verbunden mit einer großen Flüssigkeit, zeigen leichtflüssige Beschickungen und einen Gaargang des Ofens an, bei welchem das neutrale Roheisen mit Spiegelflächen zu entstehen pflegt. Lichte Schlacken von teigartiger Konsistenz, die nicht geneigt sind, schnell zu erstarren, welche aber nach dem Erkalten eine glasartige Beschaffenheit haben, fallen bei einem solchen Gange des Ofens, der mit der Bildung von grauem Roheisen mit großem Kohlegehalt verbunden ist. Ein solcher Gang zeigt zugleich eine leichtflüssige Beschickung an. Lichte Schlacken von teigartiger Konsistenz, die bald erhärten, und dabei eine emailleartige, oder gar eine steinartige Masse bilden, entstehen bei einem sehr gaaren Gange des Ofens, bei welchem Roheisen mit geringem Kohlegehalt aus strengflüssigen Beschickungen erfolgt. Dieser Gang kann, wenn die

Schlacke noch mehr an Konsistenz verliert, und beim Erkalten viele Höhlungen und Blasenräume bildet, sehr gefährlich werden, weil bei einer zufälligen geringen Abnahme der Temperatur im Ofen keine reine Scheidung des Eisens von der Schlacke mehr Statt finden kann. Die Beschickung muß schleunigst leichtflüssiger eingerichtet, der Erzsatz vermindert und das Gestell fleißig gereinigt werden. Aber es gelingt dennoch nicht immer, den Ofen bei einem solchen Gange im Betriebe zu erhalten, weil die Versetzungen im Gestelle und über dem Schmelzraum die Verbreitung der Hitze nach oben verhindern, so daß sich bald die Zeichen eines stark übersetzten Ganges einstellen, obgleich die Kohlen in einem reichlichen Verhältnisse zum Erz vorhanden sind. Bei den leicht entzündlichen Holzkohlen tritt das Ersticken der Öfen durch einen großen Gaargang bei strengflüssigen Beschickungen nicht leicht ein, wohl aber bei Anwendung von Koaks und von anthrazitartigen Steinkohlen.

Licht gefärbte Schlacken von teigartiger Konsistenz, die nach dem Erstarren glasig sind, und in der Mitte einen steinartigen Kern zeigen, deuten auf einen sehr guten und hitzigen Gaargang, bei welchem graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt, aber aus strengflüssigen Beschickungen erfolgt. Bei diesem Gange muß indessen eine große Vorsicht angewendet und bei dem geringsten Anlaß zu einer Temperaturverminderung im Ofen, die sich durch geringere Hitze des Roheisens und durch eine zunehmende steinartige Beschaffenheit der Schlacke zu erkennen gibt, von dem Erzsatz abgebrochen werden. Wenn die Schlacken sehr bunt sind, und nicht bloß in einer Farbe, sondern von einer Farbe in die andere nuanziren, so beweist dieß einen nicht ganz regelmäßigen Gichtengang, oder eine nicht gleichartige Vermischung der Erze und der Zuschläge. Der Ofen kann sich dabei in einem guten Gange befinden, man muß aber genau auf die Beschickung, oder auf andere Erscheinungen achten, ob vielleicht Rast-, Schacht- oder Gestellsteinstücken in den Herd kommen, und Versetzungen befürchten lassen, oder ob die Zuschläge zu wenig zerkleinert sind. Blau, Grün, Gelblich und Grau sind die Farben, welche die Schlacken vom gaaren Gange, wenn sie nicht ganz ungefärbt sind, anzunehmen pflegen. Die mehr gesättigte oder die lichtere Fär-

bung richtet sich dann oft nach geringen Modifikationen des geringern oder des größern Gaarganges. Alle diese Schlacken, selbst wenn sie eine sehr gesättigte Färbung haben, blähen sich beim Begießen mit Wasser auf, und bilden eine weiße, bimsteinartige Masse, die beim Anhauchen knistert, und gewöhnlich einen Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelt. Schlacken von einem Rohgange, und selbst von einem sehr geringen Grade desselben, zeigen diese Erscheinungen nicht, und behalten auch ihre braune und schwarze Färbung. Obgleich alle Schlacken, die von strengflüssigen Beschickungen bei einem sehr gaaren Gange gefallen sind, nach dem Erstarren ein krystallinisches, oder vielmehr ein steinartiges Ansehen haben, so darf man doch nicht immer umgekehrt von dieser steinartigen Textur der Schlacken auf den Gaargang bei strengflüssigen Beschickungen schließen. Dieser Schluß ist nur richtig, wenn die Schlacken unmittelbar nach dem Abfließen und Erstarren beim Vorherde untersucht werden, nicht aber dann, wenn sie lange im erhitzten Zustande über einander gelegen, oder auf andere Weise lange die Einwirkung äußerer Hitze erlitten haben. Alle gaaren glasartigen Schlacken, selbst wenn sie bei einer leichtflüssigen Beschickung entstanden sind, erhalten nämlich durch anhaltendes Glühen ein steinartiges Ansehen, und die vorher ganz ungefärbten, oder nur schwach tingirten Gläser werden häufig dunkelblau, grün oder gelblich gefärbt.

Ist der Schmelzraum im Ofen so sehr erweitert, daß sich die verlangte Roheisenart nur mit einem großen Kohlenaufwande darstellen läßt, oder treten andere Umstände ein, die das Einstellen des Betriebes erfordern, so schreitet man zum Ausblasen des Ofens. Es hört dann das Setzen der Erzgichten auf, man gibt zuletzt noch 4 bis 6 leere Gichten, mit denen man die Schmelzsäule ganz niedergehen läßt, und das Gebläse in Stillstand setzt, sobald die leeren Gichten einrücken, damit der Ofen langsam erkalten kann. Je tiefer die Gichten niedergegangen sind, desto langsamer rücken sie ins Gestell, wahrscheinlich, weil der Druck der Säule vermindert ist, und die Gebläseluft theilweise unzerlegt entweicht. Je vollkommener sich der Ofen in Hitze befunden hat, desto weniger mattes Eisen bleibt auf dem Boden des Gestelles zurück, welches eine mit dem Bodenstein zusammen-

gewachsene, halb gefrischte Eisenmasse bildet. Nach dem Ausbrechen des Schmelzraums erfolgt eine neue Zustellung, und bei den mit einer Rast versehenen Öfen muß gewöhnlich auch diese neu gemacht, oder die alte gründlich reparirt werden. Überhaupt muß der an dem Gestell sich anschließende zusammengezogene Theil des Schachtes so weit weggebrochen, ausgebessert, und mit dem unversehrt gebliebenen Theile des Schachtes in Verbindung gesetzt werden, als er schadhaft geworden ist. Wie lange ein Ofen ununterbrochen im Betriebe seyn kann, oder die Dauer einer sogenannten Kampagne ist unbestimmt, und richtet sich theils nach dem Gange des Ofens, theils nach der Feuerbeständigkeit der Materialien, aus denen die Schächte, Raste und Gestelle angefertigt sind. Am längsten halten die mit Holzkohlen betriebenen Öfen aus, in welchen leichtflüssige und leicht reduzirbare Erze auf gaares weißes oder graues Roheisen verschmolzen werden. Ein oft eintretender, oder ein absichtlich gewählter Rohgang greift die Schächte sehr an, so daß sie oft nur einige Monate aushalten, während die Öfen viele Jahre im Betriebe bleiben können, in denen leichtflüssige und leicht reduzirbare Beschickungen bei ununterbrochenem Gaargange verschmolzen werden. Bei der Anwendung von Koaks leiden die Schächte immer mehr als bei Holzkohlen, vorzüglich aber bei strengflüssigen Beschickungen, bei welchen bekanntlich stets ein gaarer Gang Statt finden muß.

Wenn ein Ofen wegen Mangel an Schmelzmaterialien, wegen Ausbesserungen beim Gebläse ꝛc. ꝛc. einige Zeit außer Betrieb gesetzt werden muß, ohne daß er niedergeblasen werden soll; so muß er gedämpft werden. Er wird dann überall dicht verschlossen, indem die Formen heraus genommen und deren Öffnungen mit Lehm verklebt, die Vorwand und der Vorherd fest zugemacht, und die Gicht bedeckt wird. Die durch das Zusammensinken der Schmelzmassen entstehenden leeren Räume auf der Gicht werden von Zeit zu Zeit mit Kohlen nachgefüllt. Auf solche Art läßt sich der Ofen mehrere Tage, und bei einem recht sorgfältigen Verschließen, auch einige Wochen erhalten. Erfordern es besondere Verhältnisse, einen im guten Betriebe befindlichen Ofen auf längere Zeit in Stillstand zu setzen, so kann das Dämpfen vortheilhaft dadurch bewirkt werden, daß man so viel

leere Kohlengichten nachgibt, bis der ganze Schacht mit Kohlen gefüllt ist. Dann stellt man das Gebläse ein, nimmt die Formen heraus, reinigt den Herd von Eisen und Schlacke, und verschließt die Öffnungen bei den Formen, bei der Vorwand und auf der Gicht. Von Zeit zu Zeit werden einige Kohlen auf der Gicht nachgefüllt, auch wird der Herd zuweilen von der sich bildenden Schlacke gereinigt. Auf solche Art kann der Ofen Monate lang gedämpft stehen. Soll er wieder in Betrieb kommen, so setzt man das Erz wie zu Anfang der Kampagne, kann aber ungleich schneller mit dem Erzsatz steigen und in wenigen Tagen zu dem vollen gelangen. Es werden dabei die Zustellungskosten, viele Kohlen und Zeit gegen das Aus- und Wiederanblasen erspart.

Die Öfen, bei denen die Schlacke nicht abfließt, sondern abgeworfen, oder auch mit dem Roheisen zugleich abgestochen wird, so wie auch diejenigen Öfen, bei denen das Eisen gar nicht oder selten abgestochen, sondern mit Kellen ausgeschöpft wird, um es in Formen zu gießen, geben eine sehr eisenreiche Schlacke, indem viele Eisenkörner mechanisch in der Schlacke zerstreut bleiben. Aber auch die Öfen, welche zum Abfließen der Schlacke und zum Abstechen des Roheisens eingerichtet sind, haben keine von mechanisch eingemengten Eisenkörnern ganz freie Schlacke, weil diejenige Schlacke, welche beim Reinigen des Herdes aus dem Schmelzraume gebracht wird, mehr oder weniger Eisenkörner enthält. Diese Eisenkörner werden in den Schlackenpochwerken gewonnen, indem die Schlacke durch die Pochstempel zerstampft, und das leichtere Pochmehl von den schweren Eisenkörnern durch fließendes Wasser getrennt wird. Das auf diese Weise gewonnene Eisen heißt Wascheisen. Die von selbst abfließende Schlacke ist von mechanisch eingemengten Eisenkörnern ganz rein, und bedarf des Pochens nicht.

Über den zur Erzeugung einer gewissen Quantität Roheisen erforderlichen Aufwand an Holzkohlen oder Koaks läßt sich nichts Bestimmtes angeben. Dieser Aufwand ist abhängig von der Größe und Konstruktion der Öfen, Schächte und Gestellräume, von der Quantität des Windes, von der Windführung, von der Reichhaltigkeit und Reduzirbarkeit des Erzes, von der Leicht- und Strengflüssigkeit der Beschickung, von der Beschaffenheit der Koh-

len und von der Art des darzustellenden Roheisens. Unter gleichen Umständen erfordert das Roheisen in höhern und weitern Öfen und bei engeren Zustellungen weniger Kohlen, als in niedrigen und engen Öfen und bei weiten Zustellungen. Eben so läßt sich aus leichtflüssigen und leicht reduzirbaren Erzen, unter gleichen Umständen, das Roheisen mit einem geringern Kohlenverbrauch darstellen, als aus leichtflüssigen und schwer reduzirbaren Beschickungen. Große Windmengen und vortheilhafte Windführungen durch mehrere Formen, vermindern den Kohlenaufwand sehr bedeutend. Eben so erfordert, unter gleichen Umständen, das weiße Roheisen von übersetztem Gange einen größern Kohlenaufwand als das weiße Spiegeleisen und als das graue Roheisen mit großem Kohlegehalt, bei leichtflüssigen Beschickungen. Selbst bei strengflüssigen Beschickungen ist der Kohlenverbrauch bei grauem Roheisen geringer, als bei weißem Roheisen von übersetztem Gange. Bei leichtflüssigen Beschickungen ist der Kohlenverbrauch für das gaare weiße, oder für das demselben sehr nahe stehende blumige Roheisen nicht größer als der für das graue Roheisen. Bei der Anwendung von erhitzter Gebläseluft soll, wie schon bemerkt, der Brennmaterialienverbrauch weit geringer als, unter gleichen Umständen, bei gewöhnlicher kalter Gebläseluft seyn.

Bei einer so großen Verschiedenheit von Umständen, welche auf den Kohlenverbrauch für eine gewisse Quantität Roheisen einen Einfluß zeigen, kann es nicht befremden, daß der Aufwand an Brennmaterial auf den verschiedenen Hüttenwerken ungemein abweichend seyn muß. Es gibt Hüttenwerke, die mit 7 rheinl. Kubikfuß Holzkohlen 100 Berliner Pfund Roheisen erzeugen, während auf andern Hütten der Kohlenverbrauch für dasselbe Roheisenquantum bis zu 25 Kubikfuß, und vielleicht noch höher steigt, welche Quantitäten auch als die Gränzen des Holzkohlenverbrauches anzusehen sind. Vergleichungen über den Kohlenverbrauch bei verschiedenen, unter abweichenden Verhältnissen betriebenen Öfen können daher nur dann Nutzen haben, wenn die Verschiedenheit der Umstände, welche den Kohlenverbrauch herbeiführen, genau erwogen worden. Bei der Anwendung von Koaks findet nicht minder eine große Verschiedenheit im Verbrauch Statt, indem zu 100 Berliner Pfunden Roheisen bald 6,

bald 9 Kubikfuß Koaks und vielleicht noch mehr verwendet werden. Es erhellet übrigens aus diesen ganz allgemeinen Angaben, daß man den Betrieb derjenigen Öfen schon für vortheilhaft halten kann, bei welchen zu 1 Pfund Roheisen nicht mehr als 1 Pfund Holzkohlen, oder als 2 Pfund Koaks verbraucht werden. Je schwerer entzündlich die Kohlen sind, desto geringer ist ihre Wirksamkeit, dem Gewichte nach, im Vergleich mit den leichter entzündlichen Kohlen, wahrscheinlich nur aus dem Grunde, weil sie eine größere Vertheilung der Hauptwindströme im Schmelzraume verlangen, als man bis jetzt angewendet hat.

Ehe wir jedoch diesen Abschnitt von der Roheisenproduktion beendigen, müssen wir noch der Versuche gedenken, die auf den russischen Eisenwerken zu Sumbula und Petrozawodsk angestellt worden sind, um Eisenerze in Hochöfen mit Holz zu verschmelzen. Die dabei angewendeten Hochöfen haben vierseitige, gerade niedergehende Schächte, sehr steile Rasten, parallelepipedisches Gestell und ungefähr folgende Dimensionen: Höhe des Gestelles $6^1/_4$ Fuß, Höhe der Rast $6^1/_4$ Fuß, Höhe des Schachtes vom Kohlensack bis zur Gicht $20^1/_2$ Fuß, Höhe der Form über dem Bodenstein 18 Zoll; Weite des Schachtes von der Form- zur Windseite $5^1/_2$ Fuß, von der Vorder- zur Rückseite 5 Fuß. Das gut getrocknete Kiefern- oder Tannenholz wird in Scheiten von 5 Fuß Länge angewendet; mit feuchtem Holz geht das Schmelzen langsam und schlecht. Die Scheite werden in der Gicht, in der Richtung von der Vorder- zur Rückseite, so dicht wie möglich, und zwar auf jede Gicht ungefähr 48 Kubikfuß aufgegeben. Der Erzsatz beträgt 320 bis 400 Pfund Morasteisenstein, und da diese schon im Ofen hinlänglich abgeröstet werden, so ist die sonst gewöhnliche besondere Röstung nicht erforderlich. In 24 Stunden gehen 20 bis 30 Gichten nieder. Die Pressung des Windes muß bedeutend seyn.

Die Stabeisenbereitung.

Man stellt das Stabeisen entweder unmittelbar aus den Erzen oder aus dem Roheisen dar; jedoch ist der erstere Prozeß, auf den wir am Ende dieses Abschnittes zurück kommen, jetzt nur noch selten. Bei dem zweiten, gewöhnlichen Verfahren, muß

der Kohlegehalt des Roheisens durch Verbrennen, d. h. durch den Zutritt von Sauerstoff, oder durch die Einwirkung des wieder gebildeten oxydirten oder verschlackten Eisens auf das kohlehaltige, entfernt werden. Diese Abscheidung der Kohle, oder das Verfrischen des Roheisens, geschieht entweder in Herden oder Feuern mit Gebläsen oder in Flammenöfen.

Das Stabeisen wird in der Temperatur der Herde und Öfen nie tropfbar flüssig, da die Strengflüssigkeit des Eisens mit dem abnehmenden Kohlegehalt zunimmt, dagegen eine andere Eigenschaft eintritt, nämlich die Schweißbarkeit, durch welche mehrere getrennte Eisenmassen in der Glühhitze auf das Vollkommenste mit einander vereinigt werden können. Bei den verschiedenen Methoden, welche man zur Darstellung des Stabeisens anwendet, erhält die dargestellte Eisenmasse eine sehr verschiedenartige äußere Gestalt; man nennt sie Luppe, Deul, Stück, Frischstück, Wolf ꝛc. ꝛc., und läßt sie zuweilen zu einem Gewicht von mehreren Zentnern, zuweilen nur zu wenigen Pfunden anwachsen. Man gibt dieser Eisenmasse unter großen Hämmern allein, oder unter diesen und zwischen Walzen, oder zwischen letzteren allein, die sehr verschiedenartige Gestalt, in welcher das Stabeisen in dem Handel verlangt wird. Auch wird das Eisen durch dieses Ausschmieden und Auswalzen verbessert.

Vorbereitung des Roheisens zum Verfrischen. Alle diese Verfahrungsarten bestehen darin, das graue Roheisen in weißes umzuändern. Die Eigenschaft nämlich des weißen Roheisens, in der Schmelzhitze nicht plötzlich aus dem starren in den flüssigen Zustand überzugehen, sondern zuerst eine teigartige und erweichte Masse zu bilden, ist für den Frischprozeß von so großer Wichtigkeit, daß manche derselben gänzlich darauf begründet sind. Da es bei dem Frischen darauf ankommt, das Roheisen in einem erweichten Zustande der Einwirkung der glühend heißen Luft auszusetzen, so läßt sich das graue Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen sehr wenig, das von strengflüssigern Beschickungen aber gar nicht anwenden, da beide mehr oder weniger plötzlich aus dem festen in den flüssigen Zustand übergehen. Selbst das weiße Roheisen mit großem Kohlegehalt ist nur wenig geeignet, sich in diesem Mittelzustande lange zu erhalten; am an-

wendbarsten wird aber das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalt seyn, welches sich lange vorher erweicht, ehe es schmilzt.

Die weiter oben erörterten Verhältnisse beim Betriebe der Schmelzöfen lassen es, selbst bei leicht reduzirbaren Erzen und bei leichtflüssigen Beschickungen, nur selten zu, den Gang des Ofens so einzurichten, daß Roheisen mit geringem Kohlegehalt erzeugt werde. In der Regel wird man gaares Roheisen erblasen müssen, welches sich nicht für alle Frischmethoden eignet, und daher in weißes umgeändert werden muß. Bei einigen dieser Methoden, das Roheisen zum Verfrischen vorzubereiten, wird der Kohlegehalt vermindert, und dieß sind die vollkommensten; bei andern wird aber bloß das graue in weißes Roheisen umgeändert.

Die bis jetzt bekannten Methoden, das graue Roheisen durch das sogenannte Weißmachen (oder Verfeinern, Feineisenmachen, in solchen Fällen, wenn mit dem Weißmachen zugleich eine Verminderung des Kohlegehalts verbunden ist) in weißes umzuändern und dadurch zum Verfrischen vorzubereiten, sind folgende:

1) Das Ablöschen des aus dem Schmelzofen rinnenden Roheisens mit Wasser, welches jedoch nur bei Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen einige Veränderung des Verbindungszustandes herbeiführt.

2) Das Granuliren, wodurch die Umänderung des grauen Roheisens in weißes weit vollkommener als durch das bloße Ablöschen erfolgt, besonders bei grauem Roheisen mit geringem Kohlegehalt.

3) Das Scheibenreißen oder Blattlheben unmittelbar beim Schmelzofen, wovon schon bei der Roheisenproduktion die Rede war. Gewöhnlich wird der Kohlegehalt des auf diese Art weißgemachten Roheisens durch Zementiren mit atmosphärischer Luft, oder durch das sogenannte Braten in Bratöfen oder Bratherden vermindert. Die erstern sind gemauerte, backofenartige Gewölbe, welche unten auf der Sohle mit einigen Zuglöchern und oben mit einer Öffnung zur Ableitung der Dämpfe und des Rauches versehen sind. Kleinere Bratöfen sind etwa 6 Fuß lang, breit und hoch. Auf der Sohle wird zuerst eine Schicht von Kohlenlösche ausgebreitet, und auf dieselbe werden die

Scheiben mit ihrer hohen Kante neben einander gestellt, jedoch so, daß sie sich nicht berühren, welches man durch Kohlenlösche zu verhindern sucht. Auf diese Weise werden drei Schichten neben einander gestellt, über dieselben kommt wieder eine Schicht Lösche und auf dieser stellt man drei andere Schichten von Scheiben auf, die wieder mit Lösche bedeckt werden. Zum Eintragen des Eisens und der Lösche ist an der Vorderwand des Ofens eine Öffnung vorhanden, welche nach beendigtem Einsetzen zugemauert wird. Die unterste Schicht von Kohlenlösche wird durch die Zugöffnungen angezündet, zu welchem Zwecke man mehrere Kanäle, mit groben Kohlen ausgesetzt, unter der Lösche durchgehen läßt. Man vermeidet so viel als möglich ein starkes Glühen.

Häufiger als der Bratöfen bedient man sich, besonders in den südlichen österreichischen Provinzen, der Bratherde. Diese sind gewöhnliche Frischfeuer, mit einem etwa 6 Fuß langen gemauerten, oder nur aus losen Steinen oder Schlackenstücken bestehenden, 8 Zoll tiefen Kanal. Derselbe wird mit Kohlen beschüttet, auf welche platte Roheisenstücke gelegt werden, und auf diese stellt man die zu bratenden Flossen oder Blatteln mit ihrer hohen Kante von der Form bis zur entgegengesetzten Seite derselben dergestalt auf, daß sie die breiten Flächen der Formseite des Herdes zukehren. Zwischen den Scheiben wird Kohlenlösche geschüttet und die ganze Schicht alsdann mit Kohlen bedeckt, die möglichst zusammengehalten werden. Zu einer Bratarbeit werden 20 bis 40 Zentner Flossen genommen. Sobald diese aufgestellt und mit Kohlen bedeckt sind, werden die in dem Kanal befindlichen in Brand gesetzt und das Gebläse wird langsam angelassen; denn die Rothglühhitze darf niemahls überstiegen werden. Das Braten dauert 12 bis 15 Stunden.

Durch das Braten wird zwar der Kohlegehalt des Roheisens vermindert, allein der Siliziumgehalt nicht abgeschieden, weßhalb man nur solches Roheisen dazu anwenden kann, welches wenig oder gar kein Silizium enthält, also das aus leichtflüssigen Beschickungen erblasene, weil sonst mürbes Stabeisen erzeugt werden würde.

4) Das Umschmelzen des grauen Roheisens (Hartzerrennen) in einem besondern Schmelzherde (Hartzerrenn-

herde) bei Holzkohlen und das Scheibenreißen des eingeschmolzenen Roheisens. Die Zerrennherde bestehen aus eisernen Platten und haben einen steinernen oder einen Boden von bloßer Lösche. Der 9 Zoll vom Boden entfernten Form gibt man eine starke Neigung. Das Roheisen wird, mit Kohle bedeckt, mit scharfem Winde und ohne Zuschläge schnell niedergeschmolzen, damit es hitzig in den Herd kommt. Ist dieser voll, so hört man mit Blasen auf, Kohlen und Schlacken werden von dem Eisen abgeräumt und dieses wird durch Begießen mit Wasser in Scheiben gerissen, die mit einer Brechstange und Ofengabel abgehoben und gebraten werden. Schlacken werden nicht abgelassen, sondern sie dienen beim folgenden Hartzerrennen (welches immer fortgeht) zum Schutze des Eisens gegen den Windstrom. Es wird durch diese Arbeit zwar der Kohlegehalt des Roheisens nicht vermindert, dagegen aber der Mangan- und Siliziumgehalt größtentheils abgeschieden, weßhalb diese Methode in Verbindung mit dem Braten ein sehr gutes Produkt liefert. Jedoch ist sie nur da anwendbar, wo die Holzkohlen niedrig im Preise stehen.

5) Das Hartzerrennen mit gaarenden Zuschlägen zu einer an Kohle ärmern Roheisenmasse, welche nach dem Erstarren aus dem Herde gebrochen (zuweilen noch im weißglühenden Zustande), zerschlagen und dann zur Frischarbeit abgegeben wird. Die umgeschmolzene Roheisenmasse heißt Hahn, Kartitsch oder Kortitsch. Die Flossen kommen entweder ohne Weiteres oder gebraten zu dieser Hartzerrennarbeit; der Hahn wird aber nie gebraten. Bei der vorigen Hartzerrennarbeit (4) kann nur graues oder halbirtes Roheisen angewendet werden, weil nur dieses sich bequem in Scheiben reißen läßt; bei der Kartitscharbeit läßt sich aber auch weißes (blumiges und spiegliges) Roheisen einschmelzen, welches man durch gaarende Zuschläge noch mehr zu entkohlen sucht.

Fig. 12, Taf. 88 zeigt im Durchschnitt durch die Form und Fig. 13 im Grundriß ein Hartzerrennfeuer, dessen Feuergrube ausgemauert und mit Kohlenlösche ausgestampft ist; nur die Form ruht auf einer eisernen Platte, welche den Herd an der Formseite begränzt. Oben ist der Herd mit einem Kranz von Mauersteinen umfaßt, um die Kohlen mehr zusammenzuhalten. Unter dem

Herde sind Abzugskanäle, und in der Vorwand ist eine Schlackenöffnung vorhanden, die während der Arbeit mit Kohlenlösche verschlossen und durch punktirte Linien angedeutet ist. Die Form sticht nur wenig in den Herd. Es werden jedes Mahl 3 bis 4 Zentner Roheisen mit einem Zusatze von Gaarschlacke, der nach der Beschaffenheit des Roheisens stärker oder geringer ist, bei schnellem Gebläsewechsel, eingeschmolzen, so daß das Roheisen etwa in den Zustand der luckigen Flossen versetzt wird. Nach erfolgtem Einschmelzen läßt man den Hahn etwa eine halbe Stunde im Feuer stehen, ehe er ausgebrochen und zerschlagen wird. Soll gutes Stabeisen erfolgen, so erfordert dieses Verfahren ein gutartiges, bei leichtflüssigen Beschickungen erblasenes Roheisen, weil sonst das Silizium durch die Frischschlacke nicht gehörig abgeschieden wird.

6) Das **Füttern** des Ofens, oder das Weißmachen des grauen Roheisens unmittelbar im Untergestell des Schmelzofens durch Einwirkung der reinen Eisenerze auf die flüssige Roheisenmasse. Zwar wird das Füttern mehr dazu angewendet, um einen Theil der Kohle abzusondern und halbirtes Roheisen zur Gießerei zu erhalten; jedoch kann man es so oft wiederhohlen, daß man luckiges weißes Roheisen erhält, welches sich kaum abstechen läßt. Dieses Verfahren des Weißmachens als Vorbereitung zum Frischprozeß ist jedoch nur bei leichtflüssigem, nur wenig Silizium enthaltenden Roheisen anwendbar.

7) Das Weißmachen des grau erblasenen Roheisens unmittelbar im Untergestell des Schmelzofens, durch einen auf die Oberfläche desselben geleiteten Windstrom des Gebläses. Ein solches Verfahren ist in der Eifel unter dem Nahmen des **Läuterns** oder **Destillirens** des Roheisens bekannt. Sobald das Gestell nämlich mit Roheisen angefüllt ist, wird unmittelbar über der Formöffnung eine etwa 2 Zoll lange Nase von Lehm oder bald erstarrender Schlacke gebildet, die im Gestell befindliche Schlacke rein abgezogen und der volle Windstrom auf das Eisen geleitet, so daß dieß in eine wallende Bewegung geräth. Der Vorherd wird mit starrer Schlacke möglichst geschlossen, damit das Eisen nicht über den Wallstein geworfen werden kann. Die Gichtflamme verliert dabei an Intensität, und der Gichtengang

wird vermindert. Die sich bildende Schlacke wird während des Läuterns mehrmahls abgezogen, dabei aber der Vorherd so viel als möglich geschlossen erhalten. Wenn nun die Farbe des Roheisens im Gestell ganz licht geworden ist und es feine Funken in die Form sprüht, so sind dieß Zeichen, daß das Läutern beendigt werden kann, und daß abgestochen werden muß. Die Dauer des Läuterns richtet sich nach der Weite des Gestelles. Das Eisen wird auf einen Herd abgelassen, der aus kleinen Schlackenstücken und Sand besteht, indem das Weißeisen in bloßem feuchten Sande zu leicht zerspringen und Beschädigungen veranlassen würde. Das geläuterte Eisen ist silberweiß und in der Regel luckig, mit ebenen Bruchflächen. Nach beendigtem Abstich wird das Gestell gereinigt, die Nase von der Form abgestoßen, es werden einige Schaufeln voll Läuterungsschlacken in den Herd geworfen und das Schmelzen wird langsam wieder angefangen. Sobald der Herd voll Schlacken ist, tritt der gewöhnliche Ofengang wieder ein. Obgleich dieses Verfahren des Weißmachens sehr einfach ist, und weder Kohlen- noch nahmhaften Zeitaufwand verursacht, so ist es doch nur bei leichtflüssigen Beschickungen anwendbar. Das Silizium wird größtentheils dabei abgeschieden.

Ein ähnliches Verfahren findet bei mehreren Hochöfen in der französischen Provinz Berry Statt. Eine von den beiden Formen derselben erhält eine geneigte Richtung, sobald der Herd voll von flüssigem Eisen ist, um dasselbe zu entkohlen, während die andere ihre gewöhnliche Lage behält, so daß das Schmelzen ununterbrochen fortgeht.

8) Das Umschmelzen des Roheisens auf flachen Flammenofenherden mit Zusatz von Frischschlacken. Diese Vorbereitungsmethode erscheint sehr vortheilhaft, allein sie ist nur bei Roheisen anwendbar, welches aus leichtflüssigen Beschickungen erblasen und weder phosphor- noch siliziumhaltig ist, und ist daher, unseres Wissens, kaum im Gebrauche.

9) Das Umschmelzen des Roheisens in sogenannten F e i n e i s e n- oder R a f f i n i r f e u e r n ohne Zuschläge oder die sogenannte F e i n e i s e n b e r e i t u n g. — Die Feineisenfeuer haben, mit mehr oder weniger unwesentlichen Abänderungen, die Einrichtung, wie sie die Zeichnungen, Fig. 14 und 15, Taf. 3 darstellt.

Es ist hier nämlich: A der Windkasten, welcher mit dem Gebläse in Verbindung steht, und an welchem der Wind dem Herde durch die Düsen und durch die Form zugeführt wird. B der den Formzacken eines gewöhnlichen Frischherdes vertretende eiserne Wasserkasten, in welchem sich zugleich die Öffnungen für die Düsen befinden. Der Kasten ist hohl, und wird durch einen hinein geleiteten Wasserstrom kühl erhalten. Statt dieses Kastens wendet man häufig aber auch nur einen gewöhnlichen Formzacken an, der sich gegen die Mauerung der Formwand lehnt. Dann muß die kupferne oder die gegossene eiserne Form mit einem hohlen Mantel versehen seyn, in welchen kaltes Wasser geleitet wird, um sie kühl zu erhalten. Die Röhre, welche der Form, durch die oberhalb in ihr angebrachten, mit einander kommunizirenden Öffnungen das kalte Wasser zuführt, steht mit einem höher liegenden Wasserkasten in Verbindung, der immer mit frischem Wasser gefüllt ist. Das erwärmte Wasser wird durch das kalte in der daneben einmündenden abfallenden Röhre aus dem Formmantel wieder ausgedrückt. C die Vorwand des Feuers oder des Herdes. Sie besteht aus einer starken gegossenen eisernen Platte, in welcher die Öffnung für den Abstich befindlich ist. D die Umfassungswände des Herdes, welche die Stelle der Gicht- und der Hinterzacken bei den gewöhnlichen Frischherden vertreten. Dieser gegossene eiserne Kasten wird ebenfalls durch zirkulirendes Wasser möglichst kühl erhalten. Es ist bequemer, die beiden Seiten des Herdes aus einem einzigen, unter einem rechten Winkel gebogenen eisernen Kasten bestehen zu lassen, indeß kann dieser Kasten, wie sich von selbst versteht, auch aus einzelnen Platten zusammengesetzt seyn, welche inwendig durch Falzen und Schraubenlöcher zusammengeschraubt werden. E eine eiserne Deckplatte, auf welcher zugleich die über dem Herde aufgehäuften Koaks ruhen. F eiserne Ständer, welche die Esse oder den Schornstein über dem Herde tragen, um Flamme, Rauch und Dämpfe abzuführen. G die gemauerte Esse. H gegossene eiserne Rinnen oder Formen, in welche das Feineisen beim Abstechen geleitet wird. Gewöhnlich sind sie aus eisernen Platten zusammengesetzt, obgleich sie auch im Ganzen gegossen, und dann in mehreren Stücken an einander geschoben werden. Man bestreicht die Rinne oder die Form in-

wendig mit einem dünnen Lehmbrei, damit sich das Feineisen besser ablösen läßt, und wiederhohlt den Überzug nach jedem Abstich. Die Rinne muß nur eine geringe Neigung erhalten, und durch fließendes Wasser, wenn es ohne Schwierigkeit geschehen kann, unten abgekühlt werden. I der aus Sand bestehende Herdboden.

Die Feineisenfeuer erfordern sehr viel Wind, der ihnen wenigstens durch zwei, ungleich erfolgreicher aber, und mit größerem Gewinn an Zeit und Koaks, durch vier, auch wohl durch sechs Düsen (von denen 2 und 2, oder 3 und 3 einander gegenüberstehen) zugeführt wird. Um das im Herde niedergeschmolzene Eisen der Wirkung des Luftstroms auszusetzen, gibt man den Düsen, also auch den Formen, oder den sie vertretenden Öffnungen, eine Neigung von 30 bis 40 Graden in den Herd. Das zum Weißmachen bestimmte Roheisen wird gewöhnlich in Stücken von 3 Fuß Länge und von 90 bis 110 Pfund schwer, angewendet. Die Tiefe des Herdes beträgt 10 bis 12 Zoll; bei halbirtem Roheisen können sie auch 14 bis 15 Zoll tief seyn. Nach der Anzahl der Formen enthält der Herd eine Länge von 4 bis 5 Fuß und eine Breite von 3 bis 3½ Fuß. Eine Windmenge von 800 Kubikfuß ist die geringste, welche man dem Feineisenfeuer zutheilen sollte. Koaks aus Sinterkohlen sind weniger brauchbar, als die aus nicht zu stark backenden Steinkohlen. Aber ganz unbrauchbar sind die Koaks aus Sandkohlen, und alle Koaks, welche beim Verbrennen viel Asche hinterlassen. Fest liegende, kleine, schwer entzündbare und an Asche sehr reiche Koaks verstopfen das Feuer, hemmen den Abzug der Flamme, und erfordern einen so stark gepreßten Wind, daß sich der Herd zu sehr erhitzt, und dadurch das Weißwerden des Roheisens verhindert. Man füllt das Feineisenfeuer mit Koaks an, welche erst vollständig in Gluth gerathen seyn müssen, ehe das Roheisen auf den Koakhaufen gelegt werden kann. Wenn die Arbeit aber schon im Gange ist, so wird das Feuer unmittelbar nach jedem Abstich wieder mit frischen Koaks angefüllt, die sich dann sehr schnell entzünden. Nach der Größe des Feuers und nach der Anzahl der Formen, werden 20 bis 26 Zentner Roheisen für einen Abstich mit einem Mahle durchgeschmolzen, welche nach und nach aufgetragen und niedergeschmolzen werden. Beim Abstechen läuft die schwarze, blasige, zuwei-

len krystallinische Schlacke (welche ganz die Zusammensetzung der sogenannten Rohfrischschlacke hat) mit ab, trennt sich aber beim Begießen des Feineisens mit Wasser sehr leicht, und springt von dessen Oberfläche ab, so daß sie mit leichter Mühe abgekehrt werden kann. Die Arbeit geht sehr schnell, und man kann annehmen, daß 20 Zentner in drei Stunden niedergeschmolzen werden. Aus 22½ bis 23 Zentner Roheisen erfolgen 20 Zentner Feineisen, so daß der Abbrand 12 bis höchstens 15 Prozent beträgt. Das bei einer leichtflüssigen Beschickung erblasene Roheisen wird häufig auch nur mit einem Verlust von 9 bis 10 Prozenten in Feineisen umgeändert. Der Verbrauch an Koaks hängt sehr von der Beschaffenheit derselben ab; im Durchschnitt beträgt er einen Kubikfuß für einen Zentner Feineisen. Beim Niederschmelzen der Roheisenstäbe ist dahin zu sehen, daß sie nicht zu schnell durch die Koaks fallen, weßhalb sie von Zeit zu Zeit mit Brechstangen gehoben, und über der Form erhalten werden müssen, bis sie schmelzen. Das Feineisen ist um so vollkommener, je mehr es sich dem Zustande des luckigen Flosses nähert. Weil sich durch das Arbeiten im Feuer fast gar nicht nachhelfen, und die Masse nicht lockerer machen läßt, so hängt der gute Erfolg des Prozesses fast ganz allein von der leichtflüssigen Beschaffenheit des Eisens, von der Güte der Koaks, und von der Menge des Windes ab, die man anwendet. Dabei ist es aber auch ganz nothwendig, die Umfassungswände des Feuers kühl zu erhalten, damit sich der Herd nicht so stark erhitzt, welches auch dann geschieht, wenn Koaks und Eisen zu dicht über einander liegen, und die Hitze im Herde zurückhalten, wodurch das Roheisen bis zu einem solchen Grade erhitzt werden kann, daß es nach dem Erkalten, ungeachtet seines verminderten Kohlegehalts, nicht weiß wird. Zur Beförderung des Weißwerdens wendet man hier und dort Zusätze von Glühspan, oder Abfälle von Walzwerken an.

Durch das Niederschmelzen vor dem Winde und durch die fortgesetzte Einwirkung des Windstroms auf das flüssige Roheisen im Herde, wird nicht bloß der Kohlegehalt des Eisens vermindert, sondern auch der Gehalt an Phosphor, Silizium und Mangan zum großen Theil abgeschieden, so daß das Roheisen durch diese

Umschmelzarbeit auf das vollständigste und vollkommenste für die Frischarbeit vorbereitet wird.

Von den Vorrichtungen, mittelst welcher dem Stabeisen die äußere Gestalt gegeben wird.

Dieses geschieht entweder unter Hammer- oder unter Walzwerken. Die Hammerwerke unterscheiden sich nach der Art, wie sie in die Höhe gehoben werden, in Aufwerfhämmer, Schwanz- und Stirnhämmer. Die ersteren, Fig. 3 und 4, Taf. 5, sind als einarmige Hebel zu betrachten, an deren einem Ende der Drehpunkt, die Hülse c, c, am andern der Hammer befestigt ist; die Kraft, welche den Hammer hebt, die Frösche oder Daumen b, b der Wasserradwelle a, greift unter den Hammerhelm (Hebelarm des Hammers), ungefähr um ein Drittel der Länge vom Hammer entfernt, ein; der Hammer oder vielmehr der Rücken des Helms gegen den Reitel d, ein Holz, welches dazu dient, den Hub des Hammers zu begränzen, und durch das Anprellen ein desto kräftigeres und schnelleres Herabschlagen zu bewirken. Die Lage des Amboßes ist mit der Bahn des Hammers korrespondirend, derselbe muß so befestigt seyn, daß er, ohne zu weichen, völlig feststeht; eben so muß auch das Hammergerüst völlig feststehen, und erfordert daher viel Holz, wenn es nicht, wie es in der neuern Zeit häufig geschehen, aus Gußeisen konstruirt wird *). e ist der Drahmbaum, f die Drahm-, g die Reitel- und h die Hüttensäule, i, i Büchsensäulen, in deren Büchsen die Hülse eingelegt wird; k Hammer- oder Amboßstock, in welchem oben ein eisernes Gehäuse für den Amboß, die Chabotte, befestigt ist, in welcher man den Amboß festkeilt, um ihm verschiedene Stellungen geben zu können.

Der Schwanzhammer, Fig. 5 und 6, Taf. 5, ist dagegen ein zweiarmiger Hebel; der Hammer, am längern Arme befestigt, wird so bewegt, daß der Daumen b einer Welle a den kleinern Arm niederdrückt; damit das Niederdrücken begränzt

*) Ein vortreffliches, auf dem Eisenhüttenwerke zu Malapane in Oberschlesien im Betriebe befindliches, eisernes Hammergerüst ist in Karsten's Archiv für Mineralogie rc. rc. 8. Bd. S. 413 rc. rc. beschrieben und auf Taf. f abgebildet worden.

werde, bringt man einen Prellkloß d an, gegen welchen der Schwanzring e schlägt. Die Schwanzhämmer sind leichter als die Aufwerfhämmer, und haben eine größere Geschwindigkeit bei geringerem Hube. Dem kürzeren Arme gibt man wenigstens ¹/₃ der Länge des längern. Auch die Schwanzhammergerüste werden häufig aus Eisen konstruirt.

Der *Stirnhammer*, Fig. 7, Taf. 5, endlich ist ein Aufwerfhammer, welcher vorn am Kopfe, oder nach der hier dargestellten neuern und bessern Einrichtung, an einer unten angebrachten Verlängerung des Helms gehoben wird, und ein Gewicht von 60 bis 80 Ztr. besitzt, wogegen die gewöhnlichen Aufwerfhämmer nur 3 bis 5 Ztr. wiegen. Man wendet diese schweren Hämmer zum Zusammenschlagen der Balls oder Luppen vom Verfrischen des Roheisens in Flammenöfen an, ehe sie unter die Walzen gebracht werden. A der mit dem Helm G aus einem Stücke gegossene Hammer mit der eingesetzten Bahn B, C der Amboß, D der Hammerstock, E das Hammergerüst, F die durch Dampf-, seltener durch Wasserkraft bewegte Welle mit den beiden Hebedaumen, die den Hammer heben, der dann durch sein eigenes Gewicht niederfällt und wirkt. Die punktirt dargestellten Theile der Figur liegen unter der Hüttensohle. Dieser Hammer hat vor den gewöhnlichen Stirnhämmern den Vorzug, daß man frei von allen Seiten zum Altar gelangen kann.

Von den Walzwerken zum Ausrecken des Stabeisens. Als man in England das langsamere Herdfrischen mit dem weit raschern Flammenofenfrischen vertauschte, mußte auch eine schnellere Operation des Ausreckens eingeführt werden, als das Schmieden unter dem Hammer gewährt. Man bediente sich dazu der Walzwerke, welche schon früher zum Blechwalzen angewendet wurden.

Die Gerüste, in denen die Walzen zum Ausrecken des Stabeisens aller Arten umlaufen, sind *Ständergerüste*, Fig. 8 und 9, Taf. 5, und Fig. 5 bis 9, Taf. 6, die mit der Sohlplatte, und gewöhnlich auch mit dem Sattel oder der Kappe (A, Fig. 9) aus einem Stücke gegossen sind. Nur bei den kleinen Ständergerüsten für Schmiedeisen wendet man bewegliche Sättel an, um eine schnellere Auswechselung der Schneiden vornehmen

zu können. Auch das Blechwalzwerk, Band II., Tafel 26, Fig. 1 und 2, hat bewegliche Sättel. Festigkeit des Gerüstes und genaues Ineinandergreifen der Walzen sind Haupterfordernisse eines Stabeisenwalzwerkes. Nicht selten kommt der Fall vor, daß Eisen von Dimensionen angefertigt werden soll, wie sie die Kaliber der vorhandenen Walzen nicht haben, daher andere mit passenden Kalibern eingelegt werden müssen, deren Länge sich aber gar nicht im Voraus bestimmen läßt, weßhalb einer von den Ständern verschiebbar seyn muß. Dagegen ist die Verschiebbarkeit der Ständer bei denjenigen Walzwerken nicht erforderlich, in welchen Quadratstäbe angefertigt werden sollen, sobald die Walzen die Länge haben, daß darin die Einschnitte für die stärksten bis zu den schwächsten Quadratstäben in regelmäßig abnehmender Größe eingedreht werden können. Eben so wenig sind zu den sogenannten Präparirwalzwerken, Fig. 8, Taf. 5, die zur Anfertigung von Kolben oder Plattinen (Millbars, engl.) aus den im Flammenofen gefrischten Eisenmassen (Balls, engl.) dienen, verschiebbare Ständer nöthig.

In der Regel liegen in jedem Gerüste nur zwei Walzen, so daß der auszustreckende Stab, wenn er wieder durchgesteckt werden soll, von dem Arbeiter, der an der hintern Seite des Walzwerkes steht, über die obere Walze dem Walzer an der Vorderseite des Gerüstes zurückgegeben werden muß. Starke Stäbe kommen oft nach 12 bis 14 Durchgängen noch sehr stark rothglühend aus den Walzen; beim Auswalzen von langem und dünnem Eisen würde dasselbe sehr bald erkalten, weßhalb die Umfangsgeschwindigkeit 180—240 Mahl in der Minute beträgt. Auch werden zu den feinern Eisensorten Gerüste mit drei über einander liegenden Walzen angewendet (Fig. 5—7, Taf. 6), so daß der von vorn nach hinten durch die untere und mittlere Walze gegangene Stab von hinten nach vorn durch die mittlere und obere geht.

Die untere, mit der bewegenden Kraft in Verbindung stehende Walze theilt die Bewegung der obern durch Kuppelungsräder oder Getriebe mit, weßhalb sich beide Walzen in umgekehrter Richtung bewegen. Die Zapfen der unteren Walze liegen in Lagern, die auf der Sohlplatte ruhen; die obere Walze aber hat

keine so feste Unterlage, sondern sie muß dieselbe durch zwei Zapfenlager erhalten, von denen das untere die Zapfen der obern Walze trägt, das obere aber dazu dient, den vermittelst einer Schraube erhaltenen Druck auf den Walzenzapfen fortzusetzen. Diese Schraube bewirkt, daß beide Walzen ihre gegenseitige vertikale Lage unverändert beibehalten müssen.

Ein Haupterforderniß ist es, daß die Mittelpunkte der Zapfen beider Walzen in einer Vertikalebene liegen, weil sonst die Walzen nicht genau in einander greifen können. Die gußeisernen Lager sind mit kupfernen oder messingenen Pfannen, oder wenigstens mit ½ Zoll starken kupfernen oder messingenen Futtern versehen. Gut ist auch die Einrichtung, bei welcher nur an drei Punkten des Lagers messingene oder kupferne Stäbe eingelassen sind, auf denen die Zapfen ruhen, so daß nur an drei Punkten eine Reibung Statt findet. Die Stellschrauben und deren Mütter können aus Gußeisen bestehen, und können steile Gewinde haben, da sie nur dazu dienen, die Walzenlager in einer konstanten Stellung zu erhalten.

Fig. 9, Taf. 5, ist die Seitenansicht eines sehr zweckmäßig konstruirten Walzgerüsts auf einer Hütte bei Newcastle in England. a der Ständer; c das gußeiserne Zapfenlager für die untere Walze mit der messingenen Pfanne d. Das Pfannenlager e für die obere Walze ist ganz übereinstimmend damit, so daß beide gegen einander ausgetauscht werden können; f Unterlage von geschmiedetem Eisen, über welchem die Messingplatte g, auf welcher die obere Walze läuft; h Trageisen; i geschmiedete eiserne Stellschraube, welche sich in einer gußeisernen Mutter bewegt. Die Ständer stehen auf einem Fundamente k, k von behauenen Steinen. Auf denselben liegen zwei starke gußeiserne Rahmen l, l, welche durch Schraubenbolzen m, m mit den gußeisernen Grundplatten n, n verbunden sind, und dadurch ihre Befestigung erhalten. Das Fundament bildet einen offenen Kanal unter den Walzen, und deren Verkuppelung. Auf der Sohle dieses Kanals sind, jedem Ankerbolzen m, m entsprechend, Öffnungen o, o in der Fundamentmauer gelassen, so daß man zu den Schraubenköpfen p, p gelangen kann. Jeder Ständer ist an dem Rahmen l, l durch vier Klammern mit Schrauben q, q be-

festigt, so daß er sich mit großer Bequemlichkeit aufstellen, wegnehmen und nach Belieben weiter oder näher verrücken läßt.

Die Walzen müssen aus sehr hartem Roheisen mit großer Vorsicht gegossen seyn. Sie werden dennoch durch das Walzen sehr abgenützt, die Oberfläche der Kaliber und deren Kanten werden rauh, und das in denselben ausgewalzte Eisen erhält ein schlechtes Ansehen. Bei den stärkern Stäben ist dieß von keinem besonderen Nachtheile, allein die feinern Stäbe müssen eine glatte Oberfläche und scharfe Kanten haben. Man erlangt dieß dadurch, daß man die Walzen zu den feinen Eisensorten in gußeiserne Schalen statt in Massenformen gießt, wodurch sie schalenhart (casehardened, engl.) werden, d. h. eine sehr harte Rinde erhalten, während der Kern minder hart ist, wodurch die Walzen die erforderliche Festigkeit erhalten, welches nicht der Fall seyn würde, wenn man sie ganz aus weißem Roheisen abgösse. Das Abdrehen und Kalibriren solcher schalenharten Walzen ist eine sehr mühevolle und langwierige Arbeit, da der Umgang auf der Drehbank nur sehr langsam seyn kann; allein sie liefern auch lange Zeit hindurch ein sehr gutes Fabrikat, indem es lange dauert, ehe die Oberfläche und die Kanten der Kaliber rauh werden. Zu weiche Walzen liefern auch roth aussehendes Eisen, und nur zwischen recht harten wird es blau. Die Stärke und die Länge der Walzen ist verschieden; Präparirwalzen macht man nie unter 14, und gewöhnlich nicht über 24 Zoll stark, und $3^3/_4$ bis $4^1/_2$ Fuß lang; Stabeisenwalzen für die gröbern Sorten erhalten einen Durchmesser von 10 — 18, und für die feineren Sorten von 7—10 Zoll, und eine angemessene, von den Umständen abhängende Länge.

Die Präparirwalzwerke, Fig. 8, Taf. 5, dienen zum Auswalzen der bei dem Flammenofenfrischen erhaltenen Eisenklumpen oder Balls, die entweder erst unter einem Stirnhammer bearbeitet werden, hin und wieder aber auch sogleich unter die Walzen kommen. Zuerst kommen die Balls in die rundlichen Einschnitte oder Kaliber A des Gerüstes Fig. 8, die oft auch quadratisch mit konkaven Umrissen sind. Man läßt sie durch alle Einschnitte gehen, von denen die ersten mit Erhöhungen versehen sind, um die Balls zu ergreifen und durchzuziehen, und

von denen der letzte gewöhnlich einen Durchmesser von 3 Zoll hat. Diese ersten Präparirwalzen dreht man gewöhnlich nicht ab, sondern gießt sie sogleich mit den Einschnitten. Die Einschnitte sind häufig elliptisch, so daß die kurze Achse des ersten gleich der langen des zweiten ist, u. s. f.

Die dreizölligen rundlichen Stäbe kommen nun in den Theil B des Walzwerkes, Fig. 8, unter welchem sie zu starken flachen Plattinen (Blooms, Millbars, engl.) ausgewalzt werden, und ebenfalls durch alle Kaliber gehen, die in dem Verhältnisse von 5 zu 4 abnehmen, welches gewöhnlich nur hinsichtlich der Stärke der Fall ist, da die Breite gewöhnlich in allen Kalibern gleich ist. Die Einschnitte dieses zweiten Präparirwalzenpaars sind aber eingedreht. Über dem Walzwerke hängt ein Gerinne C, durch welches den Pfannen und Zapfen mittelst Stricken D fortwährend etwas Wasser zugeführt wird, um die Erhitzung, die durch das anhaltende rasche Umlaufen veranlaßt wird, zu verhindern oder zu vermindern. Die beiden Ständer sind durch Stangen mit einander verbunden. Die Plattinen von dem Präparirwalzwerke werden zwischen einer von der Maschine bewegten *Schere* (Fig. 14 und 15, Taf. 6) in Stücken zerschnitten, in Pakete zusammengelegt, in den Schweißofen gebracht, und kommen dann zu dem *Stabeisenwalzwerk*. Der Präparirwalzwerke bedarf man nur bei der eigentlichen Frischarbeit in Flammenöfen. Wo man aber schon fertige (bei Holzkohlen in Herden gefrischte und unter Aufwerfhämmern abgeschmiedete) Kolben zu Stabeisen auswalzen will, da hat der Hammer schon die Stelle der Präparirwalzen vertreten, und die fertigen Kolben werden dann unmittelbar an das Stabeisenwalzwerk abgegeben.

Dieses ist in Fig. 8—10, Taf. 6) dargestellt, und besteht gewöhnlich aus drei Gerüsten. Zwischen den Walzen des ersten Gerüstes, Fig. 9, werden die ausgeschweißten Pakete der Plattinen oder Millbars von dem Präparirwalzwerke, oder die ausgewärmten Kolben von dem Hammer zuvörderst zu Quadratstäben ausgereckt, und kommen dann entweder unter das Flacheisenwalzwerk, Fig. 8, um zu Flacheisen, oder unter das Rundeisenwalzwerk, Fig. 10, um zu Rundeisen ausgewalzt zu werden. Bei den Quadrat- und Rundeisenwalzen befinden sich die Einschnitte

oder Kaliber in beiden Walzen, und müssen genau mit einander korrespondiren; ein vollkommenes Abdrehen der Walzen und ein genaues Einschneiden der Kaliber sind daher nothwendige Bedingungen, um einen saubern Quadrat- oder Rundstab zu erhalten. Da zwischen den Walzen, und wenn sie auch noch so genau abgedreht worden sind, stets ein geringer Zwischenraum bleibt, so würde das Quadrateisen stets zwei nicht scharfe Kanten, und das Rundeisen zwei Näthe erhalten, wenn man nicht die Vorsicht anwendete, ersteres wenigstens zwei Mahl durch das letzte Kaliber, dessen Dimensionen es erhalten soll, gehen zu lassen, und zwar das zweite Mahl mit verwechselten Kanten, d. h. daß die beiden Kanten, die beim ersten Durchwalzen des Stabes an dem Zusammentritte beider Walzen lagen, beim zweiten Durchwalzen in die Ecken der Kaliber kommen, und umgekehrt. Rundes Eisen muß beim zweiten Durchwalzen um ein Viertel der Peripherie seines Querschnittes gedreht werden; allein der Walzer muß dabei noch die Vorsicht gebrauchen, den Stab fest in seiner Lage zu erhalten, weil er sich sonst wieder in seine frühere dreht, und die Nähte dennoch erhält. Die Abnahme des Verhältnisses der Kaliber kann bei den Quadrat- und Rundeisenwalzen nach einer arithmetischen Progression Statt finden. Man läßt an den Walzen gewöhnlich noch einen Raum, um später noch einige kleinere Kaliber eindrehen zu können, da sich die zuerst eingedrehten durch die Arbeit leicht vergrößern, oder stumpf werden.

Die Flacheisenwalzen müssen sehr genau abgedreht, und die Kaliber mit der größten Sorgfalt eingeschnitten werden, weil sonst die Stäbe weder das bestimmte Maß, noch scharfe Kanten erhalten. Immer erhält die untere Walze die Einschnitte, und die obere die in dieselben greifenden Rippen. Jede flache Eisensorte bedarf mehrerer Kaliber, um den vorgewalzten Quadratstab nach und nach zum Flachstabe zusammen zu drücken. Hat das Eisen zwischen den Quadrateisenwalzen die nöthige Stärke erhalten, so müssen die noch weißglühenden Stäbe unter den Flachwalzen durch mehrere gleich breite, aber verschieden hohe Kaliber bis zu den verlangten Dimensionen zu flachen Stäben ausgezogen werden. Obgleich man also nur eines Paares von Walzen zur Anfertigung von Quadrat- oder von Rundeisen bedarf, so er-

fordert dagegen die Bereitung des Flacheisens um so mehr Garnituren von Walzen. Bei kleinen Walzen zur Anfertigung von sehr dünnem flachem Eisen (Bandeisen) gibt man der oberen Walze gern einen geringern Durchmesser, als der untern, um das Ausstrecken zu befördern. Die Umlaufzeiten beider Walzen sind indeß gleich, weil sie durch Räder von gleichem Durchmesser an einander gekuppelt worden. Dieses Bandeisen wird jedoch auch sehr vortheilhaft unter glatten Walzen, wie Fig. 6, Taf. 6, ausgewalzt. Wir kommen weiter unten darauf zurück.

Auf der Vorderseite des Walzwerkes, auf welcher das zu walzende Eisen durchgesteckt und zwischen die Walzen geführt wird, bringt man Vorlagen (s. Fig. 8 und 9) an, welche den Arbeitern das Kaliber bezeichnen, damit kein Irrthum Statt finden kann. Diese Vorlagen dienen aber nicht bloß dazu, ein unrichtiges Durchstecken des Eisens, und dadurch ein leicht mögliches Brechen an der Maschine zu verhindern, sondern auch dem Stabe die gerade Richtung zu geben. Auch müssen an der entgegengesetzten Seite des Walzwerkes, wo das Eisen zwischen den Walzen wieder hervortritt, sogenannte Abstreichmeißel angebracht werden, die in die Kaliber der untern Walze greifen, um das sich leicht in denselben festklemmende Eisen abzustreifen.

Das unter die Walzen zu bringende Eisen muß immer den höchsten Grad der Schweißhitze erhalten haben, damit der fertige Stab noch mehr weiß- als rothglühend vom Walzwerke kommt. Er wird alsdann auf einer recht ebenen gußeisernen Platte mit einem Handhammer ganz gerade gerichtet.

Die Umlaufsgeschwindigkeit der Walzen ist nach ihrer Stärke und Bestimmung verschieden. Bei den Präparirwalzen ist das Maximum ein 70mahliger Umlauf in der Minute, bei den Stabeisenwalzen zu den gröbern Eisensorten ein 140mahliger, wogegen sich die kleinern Walzen zum Ausrecken feinerer Eisensorten bis 230 und selbst 240 Mahl in einer Minute umdrehen müssen, um das leicht erkaltende dünnere Eisen bei voller Hitze auswalzen zu können.

Fig. 14, Taf. 6, zeigt den Aufriß, und Fig. 15 einen Grundriß von einer durch Maschinenkraft betriebenen Schere zum Zerschneiden der wieder auszuschweißenden Plattinen, und zum Ab-

schneiden der rauhen Enden der fertigen Stäbe. A ist die Welle mit einer daran befestigten gußeisernen, exzentrischen Scheibe, welche die Schere bewegt, D die Schere von geschmiedetem Eisen mit stählernen Schneiden, die mit Schrauben daran befestigt sind, um ausgewechselt werden zu können. E das Gerüst, in welchem die Schere um eine Achse beweglich ist.

Von der Frischarbeit, oder von der Darstellung des Stabeisens aus Roheisen.

Die Frischarbeit wird, wie schon bemerkt, entweder in Herden (Frischfeuern), oder in Flammenöfen verrichtet. Bei der Frischarbeit in Herden wird das Roheisen mit Holzkohlen eingeschmolzen, und dem durch ein Gebläse in den Herd geführten Windstrom ausgesetzt. Bei der Frischarbeit in Flammenöfen wird das Roheisen in einem glühenden Luftstrome auf dem Flammenofenherde, ohne Zusatz von Kohle, behandelt. Weil der Zweck der Frischarbeit vorzüglich darin besteht, dem Roheisen den Kohlegehalt zu entziehen, so muß das Frischen in Flammenöfen ein vollkommenerer Prozeß seyn, als das Frischen in Herden, in welchen die Berührung mit Kohle, welche als Mittel zum Schmelzen des Roheisens dient, gar nicht vermieden werden kann. Dennoch ist das in den Herden dargestellte Stabeisen oft von größerer Güte, als das in Flammenöfen gefrischte. Das rührt aber nur daher, weil die bei dem Roheisen befindlichen fremdartigen Substanzen (Erdbasen, Schwefel und Phosphor) durch den Luftstrom des Gebläses in den Herden vollständiger oxydirt werden können, ohne einen so großen Eisenverlust als bei dem Frischen auf dem Herde des Flammenofens zu erleiden. Roth- und kaltbrüchiges Stabeisen wird durch langes Bearbeiten im Frischherde zuletzt ziemlich fehlerlos, weil durch das wiederhohlte Oxydiren und Reduziren zuletzt alle Bestandtheile des Eisens, welche leichter oxydirbar oder schwerer reduzirbar sind als das Eisenoxydul, abgeschieden werden können. Dieses ist auf dem Herde des Flammenofens nicht möglich, weil keine Kohle zur Reduktion des verkalkten Eisens vorhanden ist. Aber auch in den Frischherden ist die Bearbeitung des Roheisens, welches fremdartige Beimischungen enthält, ohne einen großen Eisenverlust nicht ausführbar, und

deßhalb wird es aus ökonomischen Gründen nicht möglich, aus unreinem Roheisen ein gutes Stabeisen in den Frischherden darzustellen.

Zur richtigen Beurtheilung der Erfolge der Frischarbeit in Herden und in Flammenöfen ist es nothwendig, auf das Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Glüh- und Schmelzhitze zurück zu gehen. In den Frischherden befindet sich das Roheisen in Berührung mit Kohle, welche sich mit dem noch nicht damit gesättigten verbinden würde, wenn nicht der Luftstrom des Gebläses oxydirend auf das Eisen wirkte, so daß es vollständig verschlackt werden würde, wenn es nicht wiederum die Kohlen gegen die Einwirkung des Windes schützten, und wenn es diesem nicht nur so lange ausgesetzt würde, als es noch einen bedeutenden Kohlegehalt besitzt. Eine Verminderung des Kohlegehaltes durch die Geblaseluft könnte nur dadurch bewirkt werden, daß das Roheisen derselben in einem teigigen Zustande ausgesetzt würde, dessen aber das graue Roheisen nicht fähig ist. Es würde daher zum Verfrischen in Herden nur das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalte geeignet seyn. Allein die Wirkung der Gebläseluft beschränkt sich nicht allein auf das Verbrennen des Kohlegehalts des Eisens, sondern dieses wird selbst mit oxydirt, und es entstehen Eisenoxydulsilikate (Frischschlacken), die wieder auf den noch nicht abgeschiedenen Kohlegehalt des niedergeschmolzenen Eisens wirken. Diese Einwirkung des gebundenen Sauerstoffs auf das Kohleeisen wird um so stärker, je höher die Temperatur ist, in welcher sich das Eisen befindet, und je flüssiger dieses ist. Aber die Wirkung wird auch von der Beschaffenheit der Frischschlacke abhängig seyn, indem eine rohe, d. h. an Eisenoxydul ärmere Frischschlacke fast ohne Einfluß auf das geschmolzene und erweichte Roheisen wird, während die gaare, d. h. an Eisenoxydul reichere Schlacke den Kohlegehalt vermindert, und die Umänderung des Roheisens in Stabeisen bald herbeiführt. Hieraus würde sich nun folgern lassen, daß sich das graue und das gaare Roheisen dennoch eben so gut zum Verfrischen im Herde eignen würde, als das weiße mit geringem Kohlegehalt. Allein das graue, oder überhaupt dasjenige Roheisen, welches plötzlich in den tropfbar flüssigen Zustand übergeht (das rohgehende

oder rohschmelzende), wird nothwendig immer mehr Zeit und mehr Kohlen erfordern, und einen größern Eisenverlust verursachen, als das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalt (das gaargehende oder gaarschmelzende). Aber auch durch die Geschwindigkeit und durch die Richtung des Windstromes wird der Erfolg bei der Frischarbeit sehr modifizirt werden. Bei einem konzentrirten und stark gepreßten Winde wird das Roheisen zwar schnell niedergeschmolzen, aber nicht auf die Entkohlung desselben gewirkt. Ein mehr vertheilter Wind mit geringer Geschwindigkeit wird das Niederschmelzen verzögern, aber mehr zur Entkohlung des Eisens beitragen. Ein horizontaler Windstrom wird zwar im Augenblicke des Niedergehens des Eisens vor der Form stärker auf den Kohlegehalt wirken, als ein in den Herd geneigter Windstrom; aber dieser wird wieder die Entkohlung im Herde nach dem erfolgten Niederschmelzen kräftiger bewirken können, als jener. Das rohschmelzende Roheisen wird also einen mehr geneigten Windstrom und Wind von geringerer Geschwindigkeit erfordern, als das gaarschmelzende Roheisen, und man wird überhaupt die Geschwindigkeit des Windes in demselben Verhältnisse vermindern müssen, je mehr das Roheisen geneigt ist, plötzlich in den tropfbar flüssigen Zustand überzugehen. Erst dann, wenn sich der Kohlegehalt so vermindert hat, daß es in hohem Grade strengflüssig geworden ist, wird ein heftiger Windstrom die Abscheidung der letzten Antheile Kohle befördern.

Ist daher die Abscheidung der Kohle der einzige Zweck der Frischarbeit, so wird das weiße gaarschmelzende Roheisen zum Verfrischen das anwendbarste seyn; allein es sollen dadurch auch die zufälligen Bestandtheile des Roheisens abgeschieden werden, und dieser Zweck wird bei dem rohschmelzenden weit vollständiger als bei dem gaarschmelzenden erreicht, weßhalb man sich auch immer des grauen Roheisens bedient, wenn dasselbe aus nicht gutartigen (Schwefel und Phosphor haltenden) Erzen erzeugt wird, oder wenn man bei strengflüssigen Beschickungen in hohen Obergestellen erblasenes Roheisen anwenden muß. Mit den größten Vortheilen wird aber immer luckiges, blumiges und leichtflüssig graues, durch plötzliches Erstarren weiß gemachtes Roheisen in Herden verfrischt werden können; allein die überwiegen-

den Vorzüge der hohen und weiten Öfen vor den niedrigen und engen Öfen machen es immer weniger möglich, luckiges oder demselben sich näherndes Roheisen zu erblasen, weßhalb auch das meiste zum Frischprozeß verwendete nur gaares, mehr roh- als gaarschmelzendes Roheisen ist. Das Weißmachen geschieht immer nur in einzelnen Gegenden, wo es die ökonomischen Verhältnisse gestatten.

Die Frischarbeit im Flammenofen entbehrt des Vortheils, einen Theil des durch den Luftstrom oxydirten Eisens wieder zur Reduktion gelangen zu lassen, so wie überhaupt des Vortheils, den die Holzkohle in den Herden gewährt, indem sie die zu starke Verschlackung durch den Windstrom verhindert. Es ist daher bei dem Flammenofenfrischen eine große Vorsicht nöthig, um nicht das Roheisen einem zu starken Luftzuge und der daraus folgenden Verschlackung auszusetzen, die mit der Hitze im Ofen zunimmt. Zwar findet ebenfalls eine Einwirkung der sich bildenden Frischschlacken auf das Roheisen Statt, allein mit dem Unterschiede, daß dieses der Luft eine weit größere Oberfläche darbiethet, und daß keine schützende Kohle vorhanden ist. Das Roheisen wird daher gewisser Maßen nur in einem fast ruhenden Luftstrome zementirt werden müssen, damit die Einwirkung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft zum größten Theile auf den Kohlegehalt des Roheisens beschränkt bleibt. Um eine solche Wirkung hervorzubringen, ist es nothwendig, daß sich das Roheisen in einem teigartig erweichten Zustande befindet, bei welchem allein nur die theils zur Beschleunigung des Frischprozesses, theils zur Verminderung des Eisenverlustes durchaus erforderliche, ununterbrochene Veränderung der Oberfläche möglich ist. Nun sahen wir aber, daß unter allen Roheisenarten nur das weiße mit geringem Kohlegehalte (luckiges oder blumiges) die Eigenschaft besitzt, in einer die Schmelzhitze noch lange nicht erreichenden Temperatur in einen teigartig erweichten Zustand überzugehen. Und ein solches Roheisen muß auch immer bei der Frischarbeit in Flammenöfen, wenn sie mit günstigem Erfolge Statt finden soll, angewendet werden, und da es unmittelbar vom Hochofen (besonders da, wo diese Frischmethode angewendet wird) nicht erlangt werden kann, so nimmt man Feineisen dazu. Nun macht es aber

die Anwendung von Frischschlacken möglich, daß man sich bei dem Flammenofenfrischen des grauen Roheisens bedienen kann. Man nennt diese Methode, bei welcher das graue Roheisen durch gaarende Zuschläge (Frischschlacke) nach und nach in Stabeisen umgeändert wird, das Schlackenfrischen. Sie ist zwar einfacher als diejenige, bei welcher der Luftstrom vorzugsweise (wenigstens in den ersten Perioden des Prozesses) das wirkende Mittel ist; allein sie steht, obgleich sie weniger Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit erfordert, gegen diese deßhalb im Nachtheile, weil sie schlechteres Eisen liefert. Man wendet dieses unvollkommene Verfahren auch höchstens nur da an, wo man keine anderen Vorbereitungsarbeiten mit dem gaaren Roheisen vornehmen will, als allenfalls nur die, es durch plötzliches Erkalten weiß zu machen.

So einfach die hier vorgetragene Theorie des Frischprozesses auch ist, indem sie ganz allein auf das Verhalten des grauen und des weißen Roheisens mit einem großen oder geringen Kohlegehalt in der Glüh- und Schmelzhitze zurückgeführt werden kann, so schwierig ist doch ihre Anwendung. Mechanische Geschicklichkeit, Gewandtheit und ein geübtes Auge müssen bei der Frischarbeit mehr thun, als alle Theorie anzugeben vermag.

Die gaarenden Zuschläge (Glühspan, Hammerschlag, gaare Frischschlacken) sind in der ersten Periode der Herdfrischerei, wenn das Roheisen noch reich an Kohle, und zum Flüssigwerden geneigt ist, am wirksamsten. Neigt sich das Eisen aber schon zur Gaare, so leisten die gaaren Zuschläge nur noch eine sehr geringe Wirkung, und es wird dann nöthig, die vollständige Entkohlung entweder durch den Windstrom aus dem Gebläse, welcher (in den Frischherden) auf das mit glühenden Kohlen umgebene Eisen geleitet wird, oder durch einen sehr schwachen Zutritt von atmosphärischer Luft (in den Flammenöfen) zu bewirken. Deßhalb leisten die gaaren Zuschläge auch um so weniger Dienste, je gaarschmelzender das Roheisen ist.

A. Die Frischarbeit in Herden.

Die verschiedenen Methoden, deren man sich bei dem Verfrischen des Roheisens in Herden, bei Holzkohlen, bedient, stim-

men im Wesentlichen zwar sämmtlich mit einander überein; aber sie weichen in der Behandlung des zu verfrischenden Roheisens, zum Theile auch in den Quantitäten, welche jedes Mahl zu einem Frischen genommen worden, mehr oder weniger von einander ab. Vorzüglich wird der Unterschied dadurch herbeigeführt, daß bei einigen Frischmethoden nur ein sehr gaarschmelzendes Roheisen, ohne alle Vorbereitung; bei andern hingegen ein rohschmelzendes angewendet wird, welches man zu dem eigentlichen Frischprozesse auf eine mannigfaltige Weise vorbereitet. Diese Vorbereitung findet entweder durch einen besondern Prozeß Statt, oder sie wird durch das Einschmelzen des Roheisens vor dem Frischen, und durch die gleichzeitige Behandlung mit gaaren Zuschlägen bewirkt. Durch das unmittelbare Vorbereiten des zu verfrischenden Roheisens wird zwar wesentlich an Zeit bei dem eigentlichen Frischprozesse gewonnen; allein sehr oft veranlassen die Vorbereitungsarten einen größeren Verbrauch an Kohlen und an Roheisen, als wenn die Vorbereitungsarbeit mit der Frischarbeit verbunden wird, d. h. wenn das erste Niederschmelzen des Roheisens im Frischherde die Stelle der besondern Vorbereitungsarbeit vertritt. Bei diesem Einschmelzen wird das Roheisen mit gaaren Zuschlägen in Berührung gebracht, um durch die Einwirkung derselben einen Theil des Kohlegehalts zu entfernen, und das Roheisen dadurch in den Zustand zu versetzen, daß es (eben so wie das durch einen besondern Prozeß vorbereitete, oder wie das keiner Vorbereitung bedürfende, gaarschmelzige Roheisen) über und vor dem Windstrome erhalten werden kann, ohne in den tropfbar flüssigen Zustand überzugehen. Der Frischprozeß, welcher die Anwendung eines sehr gaarschmelzenden Roheisens ohne alle Vorbereitung gestattet, ist zwar immer der vollkommenste, wenn er zugleich wegen der untadelhaften Beschaffenheit des Roheisens ein festes Stabeisen liefert, weil er den geringsten Aufwand an Roheisen und Kohlen veranlaßt; allein der aus dieser Beschaffenheit des Roheisens entspringende Gewinn ist nur dann als ein wirklicher anzusehen, wenn er dem aus dem Rohgange des Schmelzofens entstehenden Verlust an Eisenerzen und Kohlen wenigstens gleich kommt. Alle Frischmethoden, welche das Roheisen mittelbar oder unmittelbar zum Verfrischen vorbereiten

müssen, werden den höchsten Grad der Vollkommenheit, dessen sie überhaupt fähig sind, dann erreichen, wenn die Vorbereitungsarbeiten mit den geringsten Kosten und mit dem größten Zeitgewinne ausgeführt werden. Darauf haben indeß so viele lokale Verhältnisse Einfluß, daß die Unterlassung besonderer Vorbereitungsarbeiten in einigen Gegenden sehr zweckmäßig erscheinen kann, während sie in andern als eine große Mangelhaftigkeit des Verfahrens angesehen werden müßte. Bei der Wahl der Verfrischungsmethode in Herden, und bei der Beurtheilung ihrer Zweckmäßigkeit kommen besonders die Art des Brennmaterials und die Preise desselben in Betracht. Wo außer den Holzkohlen auch Steinkohlen zu guten Preisen zu erhalten sind, wird es immer zu einer großen Vervollkommnung des Frischprozesses in Herden gereichen, wenn das Ausschweißen und das Ausstrecken des Stabeisens in Flammenöfen bei Steinkohlen geschieht, und von der eigentlichen Frischarbeit getrennt wird.

Die sämmtlichen bekannten Frischmethoden in Herden lassen sich folgendergestalt eintheilen:

I. Das Verfrischen mit einmahligem Einschmelzen des Roheisens.

1. Mit einmahligem Einschmelzen ohne alle Vorbereitung des Roheisens.
   a) Die Wallonenschmiede, bei welcher jedes Mahl nur so viel Roheisen, als zu einem Kolben erforderlich ist, angewendet, und das Ausschmieden in besondern Reckherden vorgenommen wird.
   b) Die Löschfeuerschmiede, bei welcher das Ausschmieden in demselben Herde Statt findet.
   c) Die Steyersche Einmahlschmelzerei.
   d) Die Siegensche Einmahlschmelzerei.
   e) Die Osemundschmiede, bei welcher wenig Roheisen sogleich gaar niedergeschmolzen und ausgeschmiedet wird.
2. Mit einmahligem Einschmelzen und mit Vorbereitung des Roheisens.
   Die Bratfrischschmiede.
3. Mit einmahligem Einschmelzen, welches die Stelle der Vor-

bereitung des Roheisens vertritt und mit ein- oder mehrmahligem Aufbrechen der eingeschmolzenen Masse.

Die deutsche Frischschmiede, mit allen ihren Varietäten, und zwar:

α) Die But- oder Klumpschmiede.

β) Die Kleinschmiede.

γ) Die Frisch- oder Durchbrechfrischschmiede.

δ) Die Suluschmiede.

ε) Die Halbwallonenschmiede.

ζ) Die Anlaufschmiede.

II. Das Verfrischen mit zweimaligem Einschmelzen des Eisens.

1) Mit zweimahligem Einschmelzen in demselben Frischherde.

a) Die Müglafrischschmiede.

b) Die Brechschmiede.

c) Die Sinterfrischerei.

2) Mit zweimahligem Einschmelzen in zwei besonderen Feuern.

a) Die Weich- und Hartzerrennfrischarbeit.

b) Die Kortitsch- oder Kartitscharbeit.

c) Die Südwalliser Frischarbeit.

Die zusammengesetzteste von diesen Frischmethoden ist die deutsche Frischarbeit, weil sie das Vorbereiten des Roheisens zum Frischen, das Frischen selbst, und gewöhnlich auch das Ausschmieden des gefrischten Stabeisens während des Einschmelzens oder des Vorbereitens des Roheisens, zu verrichten hat. Alle Frischmethoden bedienen sich übrigens einer einfachen Feuergrube, in welche der Windstrom aus dem Gebläse geleitet wird. Diese Feuergrube (Herd, Feuer) wird gewöhnlich aus gußeisernen Platten (Zacken) mit mehr oder weniger Sorgfalt zusammengesetzt, zuweilen aber auch wohl nur bloß aus Kohlenlösche gebildet, welche durch Mauerwerk zusammen gehalten wird. Man stellt die Herde unmittelbar unter eine Esse, oder versieht sie auch wohl mit einem Mantel, welcher zu einer Esse führt, um die Funken aus dem Hüttengebäude abzuleiten. Um die bei der Frischarbeit entstehende Schlacke aus dem Herde entfernen zu können, so wie zur größern Bequemlichkeit bei der Arbeit, legt man die Herde nicht unter der Hüttensohle in die Erde, sondern man baut sie,

nach Art eines niedrigen Ofens, über der Hüttensohle in die Höhe, so daß der Boden des Herdes gewöhnlich in der Ebene der Hüttensohle liegt. Die obern Ränder der Herdgrube stehen, mit Ausnahme des vordern Randes, welcher ganz frei bleibt, um mit den Werkzeugen bequem im Herde arbeiten zu können, mit einer horizontalen Fläche von beliebiger Größe in Verbindung, welche häufig mit gußeisernen Platten ausgelegt ist, um Raum für das Roheisen und die Kohlen, so wie auch für die glühenden Kohlen und halbgefrischten Eisenmassen zu erhalten, die bei einigen Frischmethoden in gewissen Perioden des Prozesses aus dem Herde gehoben, und dann wieder hineingebracht werden. Die Esse oder den Essemantel läßt man auf massiven Gewölben, oder, um den Raum vor dem Herde weniger zu beschränken, auf steinernen, häufiger auf gußeisernen Säulen, Pfeilern oder Platten ruhen. Die ganze Vorrichtung für einen solchen Herd nennt man in Deutschland ein Frischfeuer oder eine Frischschmiede, im südlichen Deutschland auch wohl einen Walloß- oder Wallaßhammer (Wälschhammer) und Weichzerrennhammer.

1) Die deutsche Frischschmiede. Sie setzt ihre Feuergrube aus gußeisernen Platten zusammen, welche einen viereckigen Kasten bilden. Es gehören dazu eine Bodenplatte (der Frischboden oder der Boden) und drei oder vier Seitenplatten (Zacken, Frischzacken), je nachdem die vordere Seite des Herdes mit einer besondern Platte (Schlackenplatte) eingeschlossen wird, oder die Vorherdplatte, welche die ganze vordere Seite des Frischfeuers begränzt, zugleich auch zur Begränzung der vordern Seite des Herdes dient. Die Seitenplatten stehen auf den hohen Kanten gegen einander. Der Vorherdplatte des Frischfeuers, oder auch dem Schlackenzacken gegenüber, wird der Herd durch den Hinterzacken oder Aschenzacken begränzt. Man läßt diesen Zacken gewöhnlich über den Rand des Feuers hervorragen, theils um die durch die Flamme in den Funkenfang getriebene Asche, Sand u. s. f. zurückzuhalten, und zu verhindern, daß sie nicht in den Herd zurückfallen, theils um die Kohlen und die in die Höhe gehobenen größern und kleinern Eisenbrocken zusammen zu halten, damit sie sich nicht

außer dem eigentlichen Feuerraum zerstreuen. Zu beiden Seiten des Vorherdes geschieht die Begränzung des Feuers durch den Formzacken und den demselben gegenüberstehenden Gichtzacken. Ist ein besonderer Schlackenzacken vorhanden, so muß derselbe mit einem Ausschnitt (Schlackenloch) versehen seyn; vertritt die Vorherdplatte zugleich die Stelle des Schlackenzackens, so ist der Ausschnitt, welcher mit Kohlenlösche verschlossen wird, in der Vorherdplatte angebracht. Über letzterer liegt eine andere gußeiserne Platte, die Schlackenplatte, welche 8 bis 10 Zoll breit ist, und die als Widerlage für die Brechstange bei der Arbeit im Herde dient. Zum Abkühlen des Feuers befindet sich unter dem Frischboden gewöhnlich eine ausgemauerte Öffnung (Tümpelloch), welche mit einer gußeisernen Röhre, oder sonst mit einem Wasserkanal in Verbindung steht. Sobald durch lange anhaltende ununterbrochene Frischarbeit die Zacken und der Boden glühend werden, müssen sie durch in das Tümpelloch geleitetes Wasser abgekühlt werden, welches nöthig ist, um das Anhängen des gefrischten Eisens an den Zacken zu verhindern. Es wird dieses Abkühlen indeß immer nur nach dem Frischen, wenn der Herd ziemlich leer, und der Hitzgrad am schwächsten ist, vorgenommen. Eine feuchte Lage der Herde muß ganz vermieden werden, weil die Zacken dadurch zu kalt bleiben, wodurch der Frischprozeß bedeutend verzögert, und der Kohlenverbrauch vergrößert wird.

Unter Länge des Herdes versteht man die Entfernung von der Vorderseite nach dem Hinterzacken, und unter Breite die Entfernung vom Form- bis zum Gichtzacken. Beim Einbauen des Feuers werden zuerst der Form- und der Gichtzacken aufgestellt, und zwischen ihnen der Hinterzacken fest gekeilt. Dann wird der Boden auf weichen Lehm eingelegt. Ist die Bodenplatte kleiner als der von den Zacken begränzte Raum, so hat man nur darauf zu sehen, daß er in die von dem Form- und Hinterzacken gebildete Ecke genau eingepaßt wird; denn die leeren Räume zwischen der Bodenplatte und Vorderseite können füglich mit Lehm ausgeklebt, und mit einer Schiene Stabeisen, oder mit schmalen Gußstücken ausgefüllt werden. Eine sehr gewöhnliche Länge des Herdes ist 32 Zoll, und die Breite 24 bis 26 Zoll. Auf diese

Dimensionen kommt es so genau nicht an, weil der eigentliche Feuerraum doch mit Kohlenlösche ausgefüllt wird. Wichtiger sind die Stellung und die Lage der Zacken und des Bodens, so wie die Entfernung des letztern von der Form. Der Gicht- und Hinterzacken stehen selten senkrecht, sondern neigen sich gewöhnlich aus dem Herde, weil das Ausbrechen des gefrischten Eisens dadurch erleichtert wird. Dagegen neigt sich der Formzacken gewöhnlich in den Herd, weil dadurch theils das starke Erhitzen desselben verhüthet wird, theils der Form eine bessere Lage gegeben werden kann. Durch das Überhängen dieses Zackens in den Herd läßt es sich nämlich bewirken, daß die Form etwas zurück gelegt werden kann, oder daß sie nicht so lang über dem Formzacken in den Herd hinein ragen darf, als es bei einer senkrechten Stellung des Zackens nöthig seyn würde, wodurch sich das Verrücken der Form beim Ausbrechen des gefrischten Eisenklumpens leichter vermeiden läßt. Der Frischboden liegt mehrentheils ganz horizontal. Nur bei sehr rohschmelzendem Roheisen wird er zuweilen bei dem Gichtzacken bis zu einem Zoll höher gelegt, als bei dem Formzacken. Bei sehr gaarschmelzigem Roheisen den Rohgang durch eine tiefere Lage des Bodens bei dem Gichtzacken zu befördern, ist nicht zu empfehlen, weil das Eisen bei der Gichtseite, wo es ohnehin immer am wenigsten gut ausfällt, noch um so schlechter werden würde. Die Lage und Richtung der Form ist besonders zu berücksichtigen. Man muß sie, sobald sie die angewiesene Lage erhalten hat, durch Verkeilen möglichst befestigen, damit sie sich nicht verrückt, welches bei der vielen Arbeit im Herde mit Brechstangen leicht geschehen könnte. Die kupfernen Formen sind die besten, weil sich die Formmündungen bei einer kupfernen Form über dem Formeisen nach Umständen leicht erweitern oder verkleinern lassen. Gaarschmelzendes Roheisen erfordert engere Düsen und Formen als rohschmelzendes Roheisen. Je weiter die Form vom Hinterzacken entfernt, oder je näher sie der Vorderseite ist, desto roher pflegt es, unter übrigens gleichen Umständen, zu gehen. Im entgegengesetzten Falle tritt ein größerer Gaargang ein. Eine sehr gewöhnliche Entfernung der Form vom Hinterzacken ist 9 Zoll. Ist die Richtung der Form nicht dem Hinterzacken parallel, sondern demselben zugewendet, so tritt

ein größerer Gaargang ein, und wenn sie umgekehrt nach dem Vorherde gerichtet ist, findet, unter gleichen Umständen, ein roherer Gang im Feuer Statt. Wie weit die Form in den Herd hinein ragt, ist an sich sehr gleichgültig, weil das einzuschmelzende Roheisen nach Belieben der Form näher gerückt, oder weiter von ihr entfernt werden kann; allein das weitere Vorragen der Form bewirkt, daß sich der Schmelzpunkt weiter vom Formzacken entfernt, und daß dieser weniger stark erhitzt wird, weßhalb man die Form gewöhnlich 3 bis $3^1/_2$ Zoll in den Herd hineinragen läßt. Besonders wichtig ist aber die Bestimmung des Stechens der Form, oder des Winkels, den sie mit dem Horizont macht, weil dadurch das Einfallen des Hauptwindstromes in den Herd bestimmt wird. Um die Form genau nach der vorgeschriebenen Neigung einzusetzen, sollte man sich eigentlich des Gradbogens oder der Formwage bedienen; dieß geschieht aber selten, und man begnügt sich mit dem bloßen Messen, mit einem Maßstabe. Dieß geschieht auf die Weise, daß die Tiefe des Feuers (die Entfernung vom Boden bis zum obern Rande des Formzackens) nach Zollen und Linien gemessen, und der einzusetzenden Form dann eine solche Neigung gegeben wird, daß ihre Entfernung vom Boden bis zur obern Fläche des Formblattes so viele Theile eines Zolles, als nöthig zu seyn scheinen, geringer wird, wie die Tiefe des Feuers. Diese Bestimmung ist sehr unzuverläßig, weil dabei auch in Betrachtung gezogen werden muß, wie weit die Form in den Herd hineinragt, und ob das Formblatt eine ganz söhlige Ebene bildet, wenn die Form auf einer horizontalen Fläche liegt. Die Veränderungen der Neigungswinkel der Formen gewähren das vorzüglichste Mittel, den Gaar- oder den Rohgang im Herde zu bestimmen. Je stärker die Form gegen den Horizont geneigt ist, desto hitziger oder roher wird das Roheisen eingeschmolzen werden können, aber desto mehr wird der Gang nach erfolgtem Einschmelzen befördert. Bei einer sohligen Richtung, oder bei einer geringen Neigung der Form, verhält es sich umgekehrt. Unter Tiefe des Feuers oder des Herdes wird immer die Entfernung des Bodens von dem obern Rande des Formzackens verstanden. Soll ein Herd beim Umbau tiefer oder flacher gemacht werden, so geschieht dieß durch Höher- oder Tie-

ferlegen des Bodens. Je tiefer das Feuer ist, desto kälter oder roher ist der Gang der Arbeit. Ein flacheres Feuer bewirkt einen größern Rohgang. Das strengflüssige graue Roheisen mit geringem Kohlegehalt würde also in einem sehr flachen Herde verfrischt werden müssen; man ist indeß genöthigt, bei diesem Roheisen den Gaargang nicht zu sehr zu befördern, und daher ein tieferes Feuer anzuwenden, als bei dem leichtflüssigen grauen Roheisen und bei dem Spiegeleisen, oder überhaupt bei dem weißen Roheisen von gaarem Gange aus leichtflüssigen Beschickungen. Alles Eisen, welches zum Kalt- oder Rothbruch geneigt ist, verträgt eben so wenig einen zu flachen als einen zu tiefen Feuerbau. Ist es gaarschmelzend, so sollte der Herd nie tiefer als 9 Zoll seyn; ist es rohschmelzend, so würde die Tiefe 7½ Zoll betragen, auch wohl 8 Zoll, wenn es bei sehr strengflüssigen Beschickungen in engen und hohen Obergestellen erblasen ist. Die Tiefe des Feuers und die Neigung der Form stehen immer in einem abhängigen Verhältniß zu einander. Ein flaches Feuer (von 7 Zoll) und ein flacher oder wenig geneigter Wind würde ein sehr rohschmelzendes graues oder weißes, bei leichtflüssigen Beschickungen erblasenes Roheisen voraussetzen. Zu einem 7¾ bis 8 Zoll tiefen Feuer und sehr geneigten Winde gehört ein rohschmelzendes Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, wobei der Gaargang des flachen Feuers durch die Neigung der Form (für die Periode des Einschmelzens des Roheisens, oder des Niederschmelzens der aufgebrochenen und halb grfrischten Eisenmasse) wieder aufgehoben, und in einen minder gaaren Gang umgeändert wird. Ein tiefes (aber doch höchstens nur 9½ Zoll tiefes) Feuer, und geringe Neigung des Windstroms, würden zu einem gutartigen gaarschmelzenden Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen erfordert werden. Ein (ebenfalls 9 Zoll) tiefes Feuer und sehr geneigter Wind sind zu einem nicht fehlerlosen gaarschmelzenden Roheisen erforderlich; und bei diesem Feuerbau läßt sich auch das meiste halbirte Roheisen verfrischen. Die Beschaffenheit der Kohlen ist indeß bei dem Feuerbau auch zu berücksichtigen, indem harte Kohlen mehr Hitze geben als weiche. Bei jenen schmelzt das Roheisen daher roher ein, weßhalb man den Feuerbau bei harten Kohlen mehr auf den Gaargang einzurichten hat, als bei weichen.

Die einem Frischfeuer zuzutheilende Windmenge hängt nicht allein von den verschiedenen Zeitperioden des Frischprozesses, sondern auch von der Beschaffenheit des Roheisens ab, indem das gaarschmelzende, wenn es nicht zu gaar im Herde niedergehen soll, einen stärkern Wind als das rohschmelzende erfordert, welches man ganz langsam niederschmelzt. Ein sich stets gleich bleibender Windstrom ist daher beim Frischfeuerbetriebe nicht anwendbar, sondern er muß nach den Umständen stärker oder schwächer angewendet werden. Es kommt dabei auch Vieles auf das Verfahren des Frischers an, indem der eine das Roheisen lieber roher einschmelzt und deßhalb vielen Wind anwendet, während ein anderer das Roheisen beim ersten Einschmelzen mehr zur Gaare bringt. Bei der eigentlichen Frischarbeit kommt die Beschaffenheit des in die Höhe gehobenen Eisens wieder sehr in Betrachtung, indem man beim Gaargange einen stärkern Wind, als beim Rohgange anwenden muß. Im Durchschnitt kann man annehmen, daß beim Einschmelzen ein gutes, rohschmelzendes Roheisen 140—150 Kubikfuß und ein gaarschmelzendes 160—180 Kubikfuß atmosphärische Luft in der Minute erfordert. Zum Frischen müssen, nach der verschiedenen mehr rohen oder gaaren Beschaffenheit des aufgebrochenen Eisens anfänglich 200 — 210 Kubikfuß, und gegen das Ende des Prozesses 240—250 Kubikfuß verwendet werden.

Zuschläge werden bei der Frischarbeit eigentlich nicht angewendet. Nur kaltbrüchiges Eisen hat man durch einen Zusatz von 2—10 Prozent fein gepochtem Kalkstein verbessern wollen; wie denn überhaupt Kalkstein ein sehr gutes Verbesserungsmittel für schwefel- und phosphorhaltiges Eisen ist und vielleicht auch die Abscheidung anderer mit dem Eisen verbundenen Substanzen befördert. Wenigstens wird das Eisen durch einen Kalkzusatz von 2—3 Prozent, der jedoch sogleich nach dem Einschmelzen angewendet werden muß, niemahls schlechter, häufiger aber besser ausfallen. Vorzüglich ist ein Kalkzusatz bei rohschmelzendem Roheisen von strengflüssigen Beschickungen sehr zu empfehlen, weil er zugleich das Gaaren des Roheisens befördert, und deßhalb auch bei dem gaarschmelzenden Roheisen weniger anwendbar ist. Geht es im Feuer roh, so ist ein Zusatz von Hammerschlag und von guter gaarer Frischschlacke sehr vortheilhaft, um einen gaaren Gang zu

erhalten. Ein Zusatz von reinem Sande, wenn es im Feuer sehr gaar geht, ist immer mit Zeit- und Eisenverlust verbunden. Wenn es sehr roh im Feuer geht, so wird das Eisen auch wohl durch das Begießen mit Wasser abgekühlt, so daß es nicht so schnell niederschmelzt, folglich dem Winde über der Form länger ausgesetzt bleibt. Der gewöhnliche Zweck des Begießens ist aber, das zu schnelle Verbrennen der Kohlen, besonders wenn sie sehr trocken und leicht verbrennlich sind, zu verhindern.

Man hat in einigen Gegenden noch eine große Vorliebe für zwei Düsen, durch welche der Wind in den Ofen geführt wird. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß eine Düse vortheilhafter ist, weil der Wind dadurch weniger im Feuer zerstreut wird.

Gewöhnlich sind die Frischessen einfach, d. h. nur mit einem Feuer versehen; allein wo es die örtlichen Verhältnisse gestatten, legt man gern zwei, oder auch mehrere Frischfeuer einer gemeinschaftlichen Esse an. Man versieht dann die Frischherde oben mit einem Mantel und verbindet den Raum unter dem Mantel oder über dem Frischherde durch Füchse mit der Esse, an welcher, da sie nur als Abzugskanal für Rauch und Flamme dient, sehr füglich zwei und mehr Frischfeuer liegen können. Die Zeichnungen, Fig. 1 und 2, Taf. 6 zeigen die Einrichtung bei zwei an einer gemeinschaftlichen Esse liegenden Frischfeuern, so wie sie zu Gortartowitz in Oberschlesien ausgeführt ist. Die Mäntel über den Herden sind nicht massiv, sondern sie bestehen, damit sie die Pfeilermauern des Frischfeuers nicht zu sehr belasten, aus gewalztem Eisenblech. Fig. 1 ist der Grundriß der Doppelfrischherde, oder ein Horizontaldurchschnitt in dem Niveau unmittelbar über der Form; Fig. 2 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie a b des Grundrisses. Es bezeichnen auf diesen Figuren: a a die mit gußeisernen Platten bedeckte Oberfläche des Frischfeuers, auf welcher die zum Verfrischen bestimmten Roheisengänze ruhen, und welche beim Aufbrechen dazu dient, das halb gefrischte Eisen und die glühenden Kohlen aufzunehmen; b das eigentliche Feuer oder der Herd; g der Gichtzacken desselben; e, h der Hinter- oder Aschenzacken; f der Formzacken; d der Vorder- oder Schlackenzacken mit der Schlackenöffnung, die auch in der Vorherdplatte vorhanden ist; i die Form; k die Düsen; l der Formkasten;

m die Windleitung, die beiden Frischfeuern gemeinschaftlich ist; o ein mit einer Schraube versehenes Ventil, um den Windstrom zu reguliren; p Aschenfall; q eiserner Rauchmantel, um den Rauch und die Funken nach der Esse abzuführen; n Esse, die mehr oder minder hoch und gewöhnlich mit Funkenfängen, d. h. mit eingeschobenen eisernen Blechen versehen ist, gegen welche der abziehende Rauch und die zersetzte Luft gebrochen werden, um dadurch die Funken zurückzuhalten, welche, wenn sie aus der Esse mit fortgetrieben, und durch den Wind weiter geführt werden, die benachbarten Dächer ꝛc. ꝛc. leicht beschädigen könnten. Hin und wieder vermeidet man dieß auch dadurch, daß man die Esse über dem Dache des Hüttengebäudes bricht, so daß die Funken in das Wasser des Hammerkastens fallen.

Zu Rohnitz in Niederungarn und an einigen andern Orten hat man die Frischfeuer, mit großem Vortheil hinsichtlich auf Kohlen- und Zeitersparung, mit zwei, einander gegenüber liegenden, Formen vorgerichtet. Der Herd zu Rohnitz ist oben 42 Zoll lang, 29½ Zoll breit und 12 Zoll tief. Die Entfernung der Formen vom Hinterzacken beträgt 11 Zoll, und ihr Stechen 19 Grad. Beide Formen erhalten in der Minute 350—570 Kubikfuß Luft.

Die deutsche Frischschmiede wendet das zu verfrischende Roheisen gewöhnlich in der Gestalt von parallelepipedischen, 9—10 Zoll breiten, 1½ bis 3 Zoll dicken und 6—8 Fuß langen Platten, sogenannten G ä n z e n oder S t ü c k e n an. Dieselben werden der Form gegenüber auf den Gichtzacken gelegt, und der Form in demselben Verhältnisse, wie sie wegschmelzen, wieder näher gerückt, d. h. bei rohschmelzendem Roheisen bis auf 6 und bei gaarschmelzendem Roheisen bis auf 8 Zoll. Brucheisen, d. h. solches von unbestimmter Gestalt und in größern oder kleinern Stücken, legt man vorn auf die Ganz, und läßt sie so mit einschmelzen. Bei gaar gehendem Roheisen bringt man auch wohl etwas Brucheisen unmittelbar in den Herd, allenfalls mit Zusatz von Gaarschlacke. Diese sowohl als andere gaarende Zuschläge werden gleich beim Einschmelzen immer in den Herd gebracht, oder sind vielmehr von der vorigen Arbeit noch darin vorhanden. Der Zustand, in welchem sich das Eisen nach dem Niederschmelzen im Herde befindet, bestimmt die Menge der anzuwendenden gaaren Zuschläge. Läßt

sich das Eisen mit einem Spieße sehr flüssig anfühlen, so daß sich sogar der Boden durch das Gefühl deutlich bemerken läßt, so geht es zu roh. Man muß alsdann das Eisen mit einer großen Brechstange beim Gichtzacken etwas in die Höhe heben, auch allenfalls neue Quantitäten gaarender Zuschläge beim Gichtzacken in den Herd bringen und das Aufbrechen wiederholen. Fühlt sich das Eisen wie ein weicher Teig an, durch den der Frischboden kaum mittelst des Spießes erreicht werden kann, so ist dieß ein Zeichen von einem guten Gange. Kann man aber mit dem Spieße gar nicht durchkommen, sondern läßt sich das eingeschmolzene Roheisen sehr hart anfühlen, so ist der Gang zu gaar, und man setzt dann etwas Roheisen unmittelbar in den Herd. Ehe die Einschmelzarbeit anfängt, muß das Feuer beim Vorherde mit Kohlenlösche ausgefüttert und diese mit Wasser angefeuchtet werden, damit sie vom Winde nicht fortgetrieben wird. Sollte sich im Herde nicht genug Lösche von der vorigen Arbeit finden, so muß die gehörige Menge hineingebracht werden. Dieses erste Niederschmelzen nun ist eine Vorbereitungsarbeit, indem dadurch das Eisen in einen solchen Zustand versetzt wird, daß es nach dem Aufbrechen lange über und vor dem Winde verweilt, ohne wieder im flüssigen Zustande niederzuschmelzen; aber auch nicht zu lange, damit es nicht nach dem ersten Aufbrechen im gaaren Zustande in den Herd gelangt. Schwefel, Phosphor und Silizium würden dann nicht vollständig abgeschieden werden können; ein Hinderniß, welches man bei gutartigem Roheisen zu berücksichtigen gar nicht nöthig hat, und daher auch den Frischprozeß sehr beschleunigen kann. Ist alles zu einem Frischstück bestimmte Roheisen (2½ bis 3 Ztr.) in dem erwähnten Zustande niedergeschmolzen, so nimmt das eigentliche Frischen seinen Anfang. Das Eisen befindet sich dann in dem Zustande, daß es mit atmosphärischer Luft aus dem Gebläse zementirt werden kann. Die Berührung mit Kohle verhindert dabei zugleich die Verschlackung des Eisens, und bewirkt, daß die Wirkung des Sauerstoffs vorzüglich nur auf den Kohlegehalt des Eisens gerichtet ist. Während der Einschmelzperiode bildet sich aber eine sehr flüssige Schlacke im Herde, die Rohschlacke. Diese wirkt nicht auf den Kohlegehalt des Eisens, sondern hält vielmehr, wenn sie zu sehr anwächst, die Einwirkung

des Windes auf das Eisen ab. Sie muß daher durch das Schlackenloch abgestochen werden, jedoch nicht zu tief, weil sonst das Eisen zu sehr dem Windstrom ausgesetzt wird.

Der eigentliche Frischprozeß zerfällt in das Rohaufbrechen des eingeschmolzenen, und in das Gaaraufbrechen des halbgaaren Eisens. Bei sehr rohschmelzendem Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, oder bei solchem, das Phosphor, Schwefel und viel Silizium enthält, bricht man mehr als zwei Mahl auf, d. h. man hebt das in den Herd niedergegangene Eisen mehr als zwei Mahl in die Höhe und bringt es auf frische Kohlen über den Windstrom. Je öfter aufgebrochen wird, je weniger man also das Gaarwerden beschleunigt, oder je länger man das Eisen im Windstrome zementirt, ohne es durch gaarende Zuschläge schnell zu entkohlen, desto vollständiger lassen sich zwar seine fremdartigen Beimischungen entfernen, desto größer ist aber auch der Aufwand an Zeit, an Kohlen und Eisen.

Wenn roh aufgebrochen werden soll, so wird die rohe Schlacke vorher noch ein Mahl abgelassen, das eingeschmolzene Eisen bei ununterbrochenem Gange des Gebläses von der Kohle entblößt und mittelst schwerer Brechstangen in die Höhe gehoben. Der Herd wird mit frischen Kohlen angefüllt und auf diese die aufgebrochene Eisenmasse so gelegt, daß die vor dem Aufbrechen nach oben gekehrte Fläche, auf die Kohle, und die der Form vorhin zugewendete Seite beim Gichtzacken zu liegen kommt. Je roher das Eisen geblieben ist, desto langsamer muß es wieder eingeschmolzen werden, und umgekehrt. Hat man die Absicht, noch ein Mahl roh aufzubrechen, so müssen nicht zu viel gaarende Zuschläge zugesetzt werden; auch ist es sehr gut, wenn die Eisenmassen nicht dicht über einander liegen, so daß der Wind durchblasen und die Schlacke über den Gichtzacken treiben kann. Um das Eisen mehr oder weniger gaar niedergehen zu lassen, muß man stärkern oder schwächern Wind, oder mehr oder weniger gaarende Zuschläge anwenden. Beim zweiten Gaaraufbrechen bedarf es kaum der gaarenden Zuschläge, sondern nur der Anwendung eines stärkern Windes. Ein drittes Rohaufbrechen, wenn es nöthig seyn sollte, ist immer unvortheilhaft, und ein viertes Rohaufbrechen würde einen unrichtigen Feuerbau, oder ein fehlerhaftes

Verfahren bei der Arbeit anzeigen. Eine sehr rothe Farbe des Eisens im Herde deutet immer auf einen rohen Zustand und auf die Nothwendigkeit, das Eisen noch ein Mahl roh aufzubrechen. Gelblichweiße Farbe und Funkenwerfen sind die Anzeige, daß zum Gaaraufbrechen geschritten werden kann.

Vor dem Gaaraufbrechen bedeckt man das Eisen mit glühenden Kohlen, auf welche der Klumpen, nachdem er in die Höhe gehoben worden, gelegt wird; noch nicht angebrannte Kohlen würden den Herd abkühlen und das Niederschmelzen des nun fast gaaren Eisens verzögern. Dagegen wird aber die Oberfläche des aufgebrochenen Eisens mit frischen Kohlen bedeckt, welche sich noch sehr vollständig entzünden können, ehe sie bis zur Form niedersinken. Da das Eisen nun schon fast Stabeisen ist, so erfordert sein Niederschmelzen eine konzentrirte Hitze, denn um den letzten Kohlegehalt durch den Windstrom abzuscheiden, muß es fast flüssig werden. Dieß ist der Zeitpunkt, in welchem die Gaarschlacke gebildet wird, da sich bei dem heftigen Winde eine Oxydation des Eisens gar nicht vermeiden läßt, obgleich dasselbe durch die Kohle geschützt wird. Bei dem Frischprozeß selbst darf sich keine Gaarschlacke bilden, indem damit alsdann großer Eisenverlust verbunden ist. Sobald das Eisen in den Herd nieder zu gehen anfängt, kann man auch dazu schreiten, es theilweise dadurch aus dem Herde zu ziehen, daß man in der Horizontalebene der Form, und derselben ziemlich nahe, eine Höhlung mit der Brechstange zu bilden sucht, in welche ein geschmiedeter eiserner Stab gesteckt wird. Das in fast flüssigem Zustande niederschmelzende Eisen vereinigt sich mit dem Stabe, den man von Zeit zu Zeit um seine Achse dreht, damit sich das Eisen auf allen Seiten gleichmäßig ansetzen kann. Hat sich eine Quantität von 16 bis 20 Pfund Eisen an dem Ende des Stabes angehäuft, so nimmt man ihn aus dem Feuer, läßt das angeschweißte Eisen unter dem Hammer dicht zusammenschlagen, ersetzt den Stab sogleich durch einen andern, und fährt so lange mit dem Anschweißen fort, bis alles Eisen niedergegangen ist. Man nennt dieses Verfahren das Anlaufenlassen, und das dabei erhaltene Eisen das Anlaufeisen. Dieß ist immer von besonderer Güte, weil es sich in einem fast flüssigen Zustande befunden hat, und daher mit dem

Winde auf das vollkommenste zementirt worden ist. Nicht überall ist das Anlaufenlassen üblich, obgleich es eine vortheilhafte Operation ist, weil dabei an Zeit und Kohlen bei dem Ausschmieden des Eisens gewonnen wird. Der größte Theil des Eisens, und, wo der Anlaufprozeß nicht üblich ist, das Ganze, vereinigt sich im Herde zu einer zusammenhängenden Masse (*Luppe*, *Deul*, *Klump*), welche nach dem erfolgten gänzlichen Niederschmelzen ausgebrochen und sogleich in dem noch weißglühenden Zustande unter den Hammer gebracht wird, um die Schlacke auszupressen.

Zu dem Ende gibt man der Luppe unter dem Aufwerfhammer, Fig. 3 und 4, Taf. 8, eine fast kubische Form, *zängt* sie, kehrt sie um, gibt ihr eine ebene Oberfläche, welche Arbeit man das *Abdrehen* der Luppe nennt. Darauf wird sie der Quere nach mit einem Setzeisen, auf welches der Hammer schlägt, in vier bis sechs *Luppenstücke* oder *Schirbel* zerschroten, je nachdem die Luppe kleiner oder größer war. Die abgehauenen Schirbel werden ins Feuer gebracht, gewärmt, gleich und eben gemacht und die Ecken und Kanten abgestumpft, welches das *Abrichten* oder *Abfassen* der Schirbel heißt. Darauf werden sie wieder bis zur Schweißhitze gebracht und unter dem Hammer zur Hälfte nach dem bestimmten Maße ausgereckt und zwar der Formschirbel, oder das im Herde der Form zunächst liegende Stück zuerst, weil dieß der gaarste Theil der Luppe ist, und der Gichtschirbel als der roheste zuletzt. Ist dieß geschehen, so wird der an der Stange befindliche *Kolben* oder das noch übrige Ende des Schirbels wieder gewärmt und ebenfalls ausgereckt und der Stab fertig gemacht, indem alle vier Seiten desselben mit der Hammer- oder Amboßbahn in Berührung kommen. Kann der Stab nicht in einer Hitze ausgereckt werden, so wird er gewärmt. Der Hammer muß bei gehöriger Vertheilung der Arbeit unaufhörlich fortgehen, bis das Ausschmieden der Luppe vollendet ist.

Sobald der Deul ausgebrochen ist, wird der Herd wieder zu dem nächstfolgenden Einschmelzen eingerichtet. Mit dem Einschmelzen verbindet die deutsche Frischschmiede, wie gezeigt ist, das Ausschmieden der Schirbel vom vorigen Deul zu Kolben und zu Stäben, und dadurch wird oft eine Verzögerung des Ein-

schmelzens veranlaßt. Es kann nämlich nicht eher zum Rohaufbrechen geschritten werden, als bis das Ausschmieden völlig beendigt ist, und der dazu erforderliche Zeitaufwand ist um so größer, je feiner die Eisensorten sind, zu welchen die Stäbe ausgestreckt werden sollen. Das Roheisen erhält daher zuweilen beim Einschmelzen nicht den ihm angemessenen Grad der Vorbereitung, und es muß das Einschmelzen gewöhnlich mehr verzögert werden, als es ohne das Ausschmieden nöthig wäre. Man hat daher wiederholt versucht, die Frischarbeit von der Schmiedearbeit zu trennen, und die bei der erstern dargestellten Kolben in besondern Herden und unter leichtern Hämmern (in den sogenannten Reckherden) zu Stäben auszuschmieden; allein die dabei gewonnene Zeit steht mit dem größern Kohlen- und Eisenaufwande nicht im Verhältnisse. Die Trennung der Schmiedearbeit von der Frischarbeit ist nur dann vortheilhaft, wenn von letzterer auch die Vorbereitungsarbeit getrennt wird, welches jedoch nur dann ausführbar ist, wenn man zu der letztern Koaks und zum Ausstrecken der Kolben Steinkohlen anwenden kann. Bei Roheisen aus strengflüssigen Beschickungen bei Koaks erblasen, wird jedoch die Trennung nie ökonomische Vortheile gewähren, da sich dieses Roheisen selbst durch die Vorbereitungsarbeiten nicht so vollständig von Silizium befreien läßt, daß man es wagen dürfte, es im Herde schnell zur Gaare zu bringen.

Ein Frischfeuer liefert bei ununterbrochener Arbeit wöchentlich 50 bis 60, und bei gutem Roheisen, welches schnell zur Gaare gebracht werden kann, und man nicht viel schwache Stäbe auszuschmieden braucht, auch wohl 70 bis 80 Zentner. Das Roheisen erleidet dabei einen Abgang von 25 bis 30 Prozent, d. h. es erfolgen aus 100 Pfund Roheisen 75 bis 70 Pfund Stabeisen, zuweilen mehr, zuweilen weniger, nach der Beschaffenheit des Roheisens und nach der Geschicklichkeit der Arbeiter. Der Verbrauch an Kohlen aus hartem Holze beträgt 18 bis 20 rheinl. Kubikfuß auf 100 Pfund Stabeisen.

Die bei dem Frischprozeß entstehenden Abgänge sind Rohschlacke, Gaarschlacke, Schwahl und Hammerschlag. Die Rohschlacke erfolgt beim Einschmelzen und in der ersten Periode des Frischens; sie ist im Herde flüssig, fließt beim Abstechen mit

rother Farbe und erstarrt bald. In zu großer Menge im Herde vorhanden, hält sie das Frischen auf. Sie enthält 60 bis 64 Prozent Eisenoxydul. Die Gaarschlacke hat einen Eisenoxydulgehalt von 78 bis 90 Prozent, wirkt im Frischherde sehr kräftig auf den Kohlegehalt des Roheisens ein, und ist deßhalb ein vorzügliches Mittel, den Rohgang in den Gaargang umzuändern. Sie entsteht nur nach dem Gaaraufbrechen, fließt mit hellweißer Farbe, erstarrt langsamer als die Rohschlacke und zeigt beim Zerpulvern nicht wie diese eine schwarze, sondern eine graue Farbe. Der Schwahl ist nichts weiter als die im Herde zurückgebliebene Gaarschlacke, die sich unten im Herde sammelt und beim Ausbrechen des Deuls von demselben abgestoßen wird. Der Hammerschlag (Stockschlag) entsteht beim Schmieden und wird beim Frischprozeß benutzt.

Die verschiedenen Modifikationen der deutschen Frischschmiede sind kaum als besondere Unterarten zu betrachten, weil sich das dabei Statt findende Verfahren nur auf eine bestimmte Beschaffenheit des Roheisens bezieht. So verarbeitet die But- oder Klumpschmiede nur ein weißes gaarschmelzendes Roheisen, führt dabei einen flachen Wind und wendet ein 11—12 Zoll tiefes Feuer an. Das Roheisen muß langsam als ein halbgaarer Klump niedergehen, und es wird nur ein Mahl, nämlich gaar aufgebrochen. Die Luppe ist nicht leichter, als dieß gewöhnlich bei der deutschen Frischschmiede der Fall ist. Zuweilen wiegt aber die Luppe nur 100 Pfund, und man nennt die Frischmethode dann die Kleinfrischarbeit. Frischschmiede oder Durchbrechfrischen nennt man diejenige Abänderung der deutschen Schmiede, bei welcher das eingeschmolzene Roheisen in mehrere kleine Stücke zertheilt wird, welche erst beim Rohaufbrechen mehr und mehr zusammengeschmolzen werden, und bei der ein wiederholtes Aufbrechen Statt findet. Die Suluschmiede ist eine fehlerhafte deutsche Frischerei, bei welcher die sich im Herde zeigenden, schon gaar gewordenen Brocken herausgenommen und ausgeschmiedet werden. Die Halbwallonerschmiede (in Frankreich Frischmethode von Berry genannt) macht nur Kolben, welche zur weitern Verarbeitung abgeliefert werden. Man sucht das Roheisen bald zur Gaare zu bringen und bricht nur einmahl auf.

1. Die Anlaufschmiede (Taucheisenschmiede, Eintauchschmiede) ist die gewöhnliche deutsche Frischschmiede, bei welcher man Anlaufeisen nimmt. Eine speciellere Beschreibung des deutschen Frischprozesses findet man in Karsten's Metallurgie, IV. Bd. S. 262 ꝛc. ꝛc.; in dessen Eisenhüttenkunde, IV. Bd. S. 52 ꝛc.; in Hartmann's Eisenhüttenkunde, II Bd. S. 142 ꝛc.; in Rinman's Geschichte des Eisens, Karsten's Übersetzung, I. Bd. S. 566 ꝛc.; in dessen Handbok uti den grofre Jern-och Stål-Förädlingen. Andra Upplagan Falun 1829. 1. Afdelningen, p. 146 etc.; in Tiemann's Versuchen und Bemerk. über das Eisen. Braunschweig 1799, und in den Studien des Göttinger Vereins bergmännischer Freunde, II. Bd. S. 1 ꝛc.

2. Die Wallonenschmiede sucht leicht schmelzendes Roheisen möglichst gaar niederzuschmelzen und nach dem dann erfolgenden Gaaraufbrechen sogleich gaar gefrischtes Eisen zu erhalten. Es wird jedes Mahl nur das zu einem Kolben erforderliche Roheisen eingeschmolzen, dieser unter dem Hammer zusammengeschlagen und an einen besondern Reckherd abgegeben. Die Luppen sind 40 — 60 Pfund schwer und in einer halben Stunde gaar. Das 7 – 7½ Zoll tiefe Feuer besteht freilich aus gußeisernen Zacken, und ist 32 Zoll lang und 30 Zoll breit, wird aber mit vieler Lösche ausgefüttert. Die an der Lahn, in der Eifel, in den Niederlanden und in Schweden übliche Wallonenschmiede liefert freilich ein gutes Stabeisen, hat aber viele ökonomische Nachtheile. (Karsten's Eisenhüttenkunde, IV. Bd. §. 1184 ꝛc. Rinmann, Geschichte des Eisens, I. Bd. S. 526. Fern. Kontorets Annales, 1823. VII. Tom. p. 115.)

3. Die Löschfeuerschmiede bringt sehr gaarschmelzendes Roheisen, mit einem Zusatze von schon fertigem Stabeisen, welches vorzüglich aus gaarem Eisen aus dem Stückofen (Guß oder Gußstück genannt), oder aus altem Eisen besteht, möglichst schnell und ohne Aufbrechen zur Gaare. Das Ausschmieden der Luppe wird in demselben Herde, aber nicht gleichzeitig mit dem Einschmelzen und Frischen, verrichtet. Zuerst werden die Schirbel vom vorigen Deul ausgeschmiedet, dann wird das Stabeisen und zuletzt das Roheisen gaar niedergeschmolzen. Die Löschfeuer bestehen nur aus einer Grube von Lösche, die auf der Gichtseite

14*

durch einen unbrauchbaren Amboß, oder ein anderes altes Gußstück begränzt wird. Die Form liegt söhlig, 7—9 Zoll über dem Boden und steht 6 Zoll in den Herd. Die vom Ausschmieden im Herde vorhandene Gaarschlacke (Lach) und das zuerst eingeschmolzene Stabeisen, der sogenannte Frischvogel, bilden eine gaare Grundlage für das demnächst einzuschmelzende weiße Scheibeneisen aus den Blauöfen. Hat man weder Gußstücke noch altes Stabeisen, so muß man 40—50 Pfund Scheibeneisen mit Schwahl im Herde niederschmelzen, um dadurch einen Frischvogel (dann Frischstück genannt) zu erhalten. Ist der Frischvogel gebildet, so wird das Scheibeneisen eingeschmolzen, indem zuerst die erste, dann die zweite, dritte ꝛc. Zange mit dem erhitzten Scheibeneisen von der Gicht nach und nach der Form näher gerückt werden, so daß die zweite erwärmt, wenn die erste abschmelzt ꝛc. ꝛc. Alles Einschmelzen geschieht über dem Windstrom. Gewöhnlich nimmt man 1/4 bis 3/8 Zentner Gußstückeisen oder altes Stabeisen, und 1 1/2 bis 2 Zentner Scheibeneisen zu einem Deul. Nachdem alles Eisen niedergeschmolzen und gaar ist, bricht man den Deul aus, um ihn zu zängen ꝛc. ꝛc. Die Schlacke wird, nachdem sie im Herde erstarrt ist, ausgebrochen, gepocht und bei Stück- und Blauofenbetriebe zugesetzt. Der Hammerschlag und der beim Heitzen der Kolben erfolgende Schwahl werden beim Frischprozeß verwendet. Die besonders im Hennebergschen übliche Löschfeuerschmiede liefert freilich vorzüglich gutes Stabeisen; allein sie gibt zu einem zu starken Verbrauche an Kohlen und Eisen Anlaß. (Karsten, Eisenhüttenkunde, IV. Bd. §. 1186. ꝛc. ꝛc. Derselbe, im Archiv für Bergbau und Hüttenwesen, VIII. Bd. S. 239. Quanz, über die Eisen- und Stahlmanipulation in der Herrschaft Schmalkaden. Nürnberg 1797. S. 100 ꝛc. ꝛc.)

4. Die Steyersche Einmahlfrischschmiede verarbeitet sehr gaarschmelzendes Roheisen, welches über und vor der Form sehr langsam niedergeschmolzen und nicht aufgebrochen wird. Das Gaaren befördert man in der Periode des Schmiedens. Der Herd besteht gewöhnlich aus einem ausgemauerten Kasten, der mit Kohlenlösche ausgefüttert und dann 16—18 Zoll weit und 8—9 Zoll tief ist, wird Weichzerrenn-

herd genannt und ist den Hartzerrennherden ganz ähnlich. Die Form erhält ein Stechen von ungefähr 15 Grad. Die Arbeit beginnt mit dem Ausheitzen der Kolben von der vorigen Luppe (Daichel oder Teichel), und wenn man bis zur Hälfte des Ausschmiedens gekommen ist, so wird eine von den drei bis vier Zangen, in welche die zu einem Daichel erforderlichen 1½ bis 2 Zentner Scheibeneisen gepackt werden, bei der Gicht angesetzt und indem der Raum im Feuer größer wird, die zweite rc. rc., während die erste der Form immer näher kommt. Nach beendigtem Einschmelzen wird das Daichel ausgebrochen, zerschroten und die Arbeit von Neuem begonnen. Beim Ausschmieden werden die Kolben häufig mit gaaren Zuschlägen bestreut, wodurch das niederschmelzende Roheisen auch mit zur Gaare gebracht wird; durch das Ausheitzen in der gaaren Schlacke werden die Kolben erst recht gaar. Die Kolben werden unter dem sogenannten Groß- oder Weichzerrennhammer zu gröbern und unter einem besondern Reckhammer zu feinern Stäben ausgezogen. Man bedient sich nur der luckigen Flossen; blumiges Roheisen muß erst durch Braten vorbereitet werden. Der Eisenabgang beträgt ungefähr nur zehn Prozent, der Kohlenverbrauch ist aber sehr bedeutend. (Karsten's Eisenhüttenkunde. IV. Bd §. 1187. Dessen metall. Reise, S. 400. v. Marcher, Beiträge zur Eisenhüttenkunde, II. Bd. 1. S. 160 rc. rc.)

5. Die Siegensche Einmahlschmelzarbeit verschmelzt halbirtes, oft sogar noch graues Roheisen aus leichtflüssigen und leicht reduzirbaren Beschickungen in Gestalt von Gänzen (Kruschen), welche man auf die Gichtseite legt. Das Einschmelzen erfolgt ebenfalls über und vor dem Winde, und während des Ausschmiedens werden sehr viel gaare Zuschläge angewendet, wodurch das Gaaren so sehr befördert wird, daß alle drei Stunden eine 3½ bis 4 Zentner schwere Luppe erfolgt. Sehr gaarschmelzendes weißes Roheisen wird zuweilen unmittelbar in den Herd gesetzt. Das Feuer ist 24 Zoll lang; der Hinter- und der Formzacken hängen 3 Zoll in den gegen 8 Zoll tiefen Herd. Ein Gichtzacken ist gewöhnlich nicht vorhanden, indem der Herd mit Lösche gebildet wird. Die Form enthält eine starke Neigung. Die Kolben werden nur zu dreizölligen Quadratstäben ausgestreckt.

Ein Frischfeuer liefert wöchentlich 180—200 Ztr. solcher Stäbe, mit einem Abgange von ungefähr 25 Prozent, und mit einem sehr mäßigen Aufwande von guten harten Kohlen. (Eversmann's Eisen- und Stahlerzeugung auf Wasserwerken zwischen Lahn und Lippe. Dortmund 1804. S. 50 etc. Karsten's Eisenhüttenkunde. IV. §. 1188.)

6. Die Osemundschmiede schmelzt jedes Mahl nur so viel gaarschmelzendes Roheisen von der über dem Hinterzacken vor der Form liegenden Ganz gaar ein, als zu einem Kolben erforderlich ist. Dieser wird mit einer Anlaufstange aus dem Herde genommen, und sogleich unter dem Hammer ausgestreckt. Es ist ein sehr reines und gaarschmelzendes Roheisen erforderlich, und eben so sind gaarende Zuschläge durchaus nöthig. Deßhalb beginnt die Arbeit mit dem Einschmelzen von Schwahl und gaaren Hammerbrocken (Kloot), welche von der vorigen Arbeit noch vorhanden sind. Der aus Zacken bestehende Herd hat eine sehr unregelmäßige Gestalt; die Breite vom Form- bis zum Gichtzacken beträgt hinten 17, vorn aber nur 13 Zoll, die Länge beim Formzacken 28, und beim Gichtzacken 32 Zoll. Die Form liegt nur 5—6 Zoll vom Hinterzacken entfernt, und hat eine sehr starke Neigung von einigen 30 Graden in den nur 7 Zoll tiefen Herd. Der ganze Vorherd ist mit Kohlenlösche ausgeschüttet. Der Gichtzacken liegt 5 Zoll über der Form, damit das Roheisen über derselben abschmelzen kann. Das Anlaufenlassen wird stets fortgesetzt, und sobald der Kolben ungefähr 20 Pf. schwer ist, wird er herausgenommen, ausgereckt und eine andere Anlaufstange eingehalten. Man erhält aus 100 Pf. Roheisen mit einem Kohlenaufwande von 19—21 Kubikfuß, 75 Pf. sehr reines, weiches und zähes Stabeisen. (Eversmann a. a. O. 215. Karsten's Eisenhüttenkunde. IV. §. 1189.)

7. Die Bratfrischschmiede ist nichts weiter als die Steyersche Einschmelzarbeit, bei welcher man sich, statt des gewöhnlichen Scheibeneisens, entweder der gebratenen blumigen Flossen, oder der ebenfalls gebratenen Blatten bedient. (Karsten's Eisenhüttenkunde. IV. §. 1191. Dessen metallurg. Reise, S. 328.)

8. Die Müglafrischschmiede oder das Brocken-

schmelzen, in Frankreich Affinage bergamasque genannt, schmelzt das Roheisen von den Schmelzöfen mehr roh als gaar ein, vermengt es nach dem Einschmelzen mit gaarem Schwahl, mit Hammerschlag rc., und rührt diese Zuschläge mit dem flüssigen Roheisen ein, bis sich einzelne Brocken bilden, welche aus dem Herde genommen, und dann gaar eingeschmolzen werden. Die Feuergrube besteht aus Lösche; der Eisenabgang beträgt 15—30 Prozent; der Kohlenaufwand ist verschieden. (Karsten's Eisenhüttenk. IV. §. 1192. Marcher a. a. O. I. S. 290. *Gueymand*, Journ. d. Mines. No. 117, p. 327. Prechtl in Schweigger's neuem Journal für Chemie und Physik. X. S. 96.)

9. Die Brechschmiede unterscheidet sich von der vorigen Methode nur dadurch, daß keine gaarenden Zuschläge eingerührt werden, sondern daß das Roheisen sogleich beim Einschmelzen einen solchen Grad der Gaare erhält, daß es sich, zu vielen Stücken zertheilt, aufbrechen läßt. Diese werden dann nach und nach auf frische Kohlen gesetzt und gar niedergeschmolzen. (Karsten's Eisenhüttenk. IV. §. 1193. Rinman, Gesch. d. Eis. I. S. 576.)

10. Der Sinterprozeß wendet zerpulvertes Roheisen an, welches man dadurch erlangt, daß die abgestochenen grauen oder halbirten Flossen nach dem Erstarren, aber noch glühend, unter einem Hammer zerpocht, oder daß die Flossen wieder rothglühend gemacht und dann zerpocht werden. Das Roheisenpulver wird mit Glühspan und mit gepulverter Gaarschlacke vermengt, und dann durch langsames Niederschmelzen im Feuer zur Gaare gebracht. Der aus Kohlenlösche bestehende Boden der Feuergrube liegt etwa 7 Zoll von der stark geneigten Form entfernt, durch welche ein sehr schwacher Windstrom in den Herd geführt wird, um die Masse recht langsam niedergehen zu lassen. Eine Luppe wiegt ungefähr 100 Pfund. Der Eisenverlust beträgt ungefähr 15 Prozent; der Kohlenaufwand ist aber bedeutend. (Karsten, Eisenhüttenk. IV. §. 1194. Metall. Reise, S. 149)

11. Die Hart- und Weichzerrennfrischarbeit ist von der Bratfrischschmiede nur darin verschieden, daß sie die Flossen in dem Hartzerrennherde umschmilzt, in Scheiben reißt und die Scheiben bratet. Sie hat daher mehr Kohlen- und Eisen-

aufwand als die Bratfrischschmiede, liefert aber auch ein besseres Stabeisen, wogegen sie der gewöhnlichen Steyerschen Einmahlschmelzerei in jeder Hinsicht nachsteht. In Frankreich ist diese Frischmethode unter dem Nahmen Mazéage bekannt. Der Eisenverlust beträgt 15—16 Prozent; der Kohlenverbrauch ist bedeutend. (Karsten, Eisenhüttenk. IV. §. 1195 ꝛc. Metallurg. Reise, S. 179, 191, 297, 335, 400.)

12. Die Kartitscharbeit, in Frankreich auch Mazéage genannt, unterscheidet sich von der Hart- und Weichzerrennarbeit nur dadurch, daß in dem Hartzerrennherde das eingeschmolzene Roheisen nicht zu Scheiben gerissen, sondern zu einem einzigen Klumpen (Hasen, Kartitsch) vereinigt wird, welcher aus dem Feuer ausgebrochen, in noch glühendem Zustande zerschlagen, und ungebraten in dem Weichzerrennherde verfrischt wird. (Karsten, Eisenhüttenkunde. IV. §. 1200. Metall. Reise, S. 419, 432.)

13. Bei der Südwalliser Frischarbeit wird das mit Koaks erzeugte Roheisen zuvörderst in Feineisenfeuern umgeschmolzen. Diese haben kleinere Dimensionen als gewöhnlich, und liegen in einem höhern Niveau als der Frischherd, um das flüssige Feineisen sogleich in diesen leiten zu können. In den eigentlichen Frischherden werden Holzkohlen angewendet, und das durch Begießen mit Wasser zum Erstarren gebrachte Feineisen wird brockenweise mit der Brechstange gegen die Form geführt, um in dem Windstrome vor der Form zementirt zu werden. Man erhält dabei nicht eine einzige zusammenhängende Luppe, sondern einzelne kleine Frischstücken von 10 bis 12 Pfunden, welche unter einem Hammer zu Kuchen oder Platten ausgeschmiedet werden. Diese Kuchen sind noch nicht ganz fertiges Stabeisen, sondern sie befinden sich etwa in dem Zustande der Gaare wie das gefrischte Eisen aus den Stücköfen. Die völlige Gaare erhalten die Kuchen durch Zementiren in dem sogenannten Schweiß- oder Wärmeofen (Hohlfeuer, Hollow-fire, engl.). In diesem Ofen kommt das Eisen mit dem Brennmateriale nicht mehr in unmittelbare Berührung, sondern es wird nur der glühend heißen Luft ausgesetzt, die durch ein heftiges Verbrennen der Koaks vor einem Gebläse entwickelt wird. Die gaaren Kuchen werden dann

unter einem Hammer zusammengeschlagen, und zu Materialeisen zur Blechfabrikation ausgewalzt. Man gibt diesem Eisen den Vorzug vor dem durch den Puddelprozeß erhaltenen; auch ist es weit theurer. (Karsten's Metallurgie. IV. 299. *Coste et Perdonnet*, Annales des Mines. 1829. V. 173.)

B. Die Frischarbeit in Flammenöfen.

Die Flammenöfen, deren man sich zum Verfrischen des Eisens bedient, haben im Wesentlichen die Einrichtung der zum Umschmelzen des Roheisens angewendeten mit horizontalen Herden (s. den Art. Eisengießerei). Die Feuerbrücke liegt gewöhnlich 9 bis 10 Zoll höher als der Herd. Die höhere und tiefere Lage des Rostes richtet sich im Allgemeinen nach der Beschaffenheit des Brennmaterials. Dasjenige nämlich, welches beim Verbrennen eine kurze Flamme gibt, erfordert einen höher liegenden Rost, das mit einer langen Flamme brennende einen tiefer liegenden Rost. Bei der Feuerung mit Holz muß also der Rost tiefer liegen, als bei der Feuerung mit sogenannten fetten Steinkohlen, und bei diesen tiefer, als bei der Anwendung der magern Steinkohlen. Die Torffeuerung würde, in den mehrsten Fällen, Roste erfordern, die tiefer liegen als bei magern, und höher als bei fetten Steinkohlen. Die Höhe des Gewölbes wird sich jedoch mehr nach der Heitzkraft, als nach der Länge der Flamme richten. Daher wird das Gewölbe bei fetten Steinkohlen am höchsten seyn können; bei magern Steinkohlen würde es niedriger, und bei Feuerung mit Torf und Holz noch niedriger seyn müssen, weil die Flamme von Holz und Torf weniger unzerlegte, d. h. noch nicht verbrannte Bestandtheile enthält, als die Flamme von fetten Steinkohlen. Das Verhältniß der Rost- zur Herdfläche lieber größer zu machen, als es nöthig ist, um dem Eisen die stärkste Schweißhitze zu geben, ist immer sehr anzurathen, weil bei größern Rostflächen die Hitze länger in einer gleichmäßigen Höhe erhalten werden kann, wenn die Esse ganz geschlossen ist, und wenn daher kein Nachtragen des Brennmaterials Statt finden kann. Eine schnelle Abnahme der Temperatur im Ofen zur Zeit der eigentlichen Frischperiode ist immer sehr nachtheilig, und hat einen großen Eisenverlust zur Folge. Die Esse muß fast durchaus luft-

dicht verschlossen werden können, und darf daher auch keine Risse und Sprünge in dem Mauerwerk haben, weil dadurch eine Unregelmäßigkeit im Luftzuge veranlaßt werden würde. Die Essenklappe muß daher den Essenkanal vollständig schließen, und der eigentliche Schacht der Esse muß durch ein Futter mit der Essenmauerung in Verbindung stehen, damit das Aufreißen der Essenmauerung verhindert wird. Die Einsetzthür an der Seite des Flammenofens muß mit Leichtigkeit auf und nieder bewegt werden können, aber auch so fest an dem Thürfutter anschließen, daß keine Luft von außen einströmen kann, weßhalb man die Fugen gewöhnlich noch mit Sand bewirft. Unten ist die Einsetzthüre mit einer etwa 5 Zoll im Quadrate großen Öffnung versehen, welche ebenfalls durch eine kleine Thüre geöffnet und geschlossen werden kann. Dieß ist die Arbeitsöffnung, weil sie dazu dient, die Werkzeuge zum Durcharbeiten des Eisens auf den Herd zu bringen, ohne die große Einsetzthüre öffnen zu dürfen. Um das Verhalten der Eisenmasse auf dem Herde beobachten zu können, wenn alle Thüren und Öffnungen des Ofens verstopft sind, ist ein kleines Spähloch von etwa 1 Zoll im Durchmesser in der Einsatzthüre angebracht, welches mit einem Thonpfropfen geschlossen werden kann. Die Ziegel für die Brücke, für das Gewölbe und die Seitenmauern des Ofens, so wie für die Fuchsöffnung und für den untern Theil des Essenschachtes müssen im höchsten Grade feuerbeständig seyn. Ohne feuerfeste Ziegel kann die Flammenofenfrischerei nicht mit Erfolg betrieben werden. In der Gestalt, die man dem Herde gibt, findet zwar keine Übereinstimmung Statt, indeß sind die Abweichungen ganz unwesentlich, wenn nur, durch ein gehöriges Verhältniß der Roststäche zur Fuchsöffnung, eine hinreichende und nicht zu schnell abnehmende Hitze im Ofen entwickelt werden kann, und wenn sich alle Punkte der Herdfläche ziemlich gleich stark erhitzen lassen. Die Einsetzthür pflegt man nicht immer in der Mitte des Herdes, sondern etwas weiter vom Fuchs als von der Brücke entfernt anzubringen; indeß ist dieß ganz unwesentlich. Bei einigen Öfen hat man die Einrichtung getroffen, zwischen der Einsetzöffnung und dem Fuchse noch eine zweite Thüre anzubringen, welche immer geschlossen bleibt, und nur dann geöffnet wird, wenn das Eisen von dem

frühern Einsatze gefrischt ist, und aus dem Ofen zum Hammer oder zum Walzwerke gebracht wird. Das Ausleeren des Ofens, nämlich das Fortschaffen der gefrischten Masse zum Hammer- oder Walzwerke, erfolgt nach und nach, und es ist eine Zeit von 10 bis 12 Minuten erforderlich, um den Ofen ganz auszuleeren. Diese Zwischenzeit sucht man daher zu benützen, und bringt, sobald von dem gefrischten Eisen die einzelnen Massen oder Kugeln gebildet sind, durch die zweite, zunächst dem Fuchse befindliche Thür den neuen Einsatz in den Ofen. Wenn dann der Ofen von dem gefrischten Eisen geleert ist, zieht man diesen neuen Einsatz, welcher während des Herausschaffens des gefrischten Eisens glühend geworden ist, aus der Nähe des Fuchses über den Herd. Diese Einrichtung ist sehr zweckmäßig. Man hat aber auch angefangen, die Herde, folglich auch die Roste und den ganzen Ofen, breiter zu machen, und auf jeder Seite eine Thür anzubringen, so daß auf beiden entgegengesetzten Seiten in dem Ofen gearbeitet werden kann. Solche Öfen erhalten fast den doppelten Einsatz, und scheinen daher sehr vortheilhaft zu seyn. An Arbeitslöhnen wird jedoch bei einer solchen Einrichtung nichts gespart, weil die Öfen mit doppelter Arbeitsöffnung, auch mit doppelter Anzahl von Arbeitern versehen werden müssen, und die Kohlenersparung scheint mit den Unbequemlichkeiten kaum im Verhältnisse zu stehen, welche daraus entspringen, daß die Arbeiter sich gegenseitig bei der Arbeit hinderlich sind. Der eigentliche Vortheil ist in der Ersparung an Raum zu suchen, welcher indeß auch nicht wesentlich seyn, und sich eben so vollständig erreichen lassen würde, wenn man zwei Öfen neben einander stellt, und ihnen eine gemeinschaftliche Seitenwand zutheilt, wenn nicht zu berücksichtigen wäre, daß zwei neben einander liegende Öfen doch immer zwei abgesonderte Essenschachte erfordern, wogegen ein großer Ofen nur eines einzigen Essenschachtes bedarf. Dieser Vortheil ist sehr erheblich, indem die Kosten der Anlage dadurch nicht unbedeutend vermindert werden. Dennoch haben die Öfen mit zwei einander entgegen stehenden Arbeitsthüren bis jetzt noch keinen großen Beifall finden wollen, weil sie durchaus Arbeiter von ganz gleicher Geschicklichkeit verlangen, welche das Eisen in gleichen Zeitperioden zu ganz gleichen Graden der Gaare zu bringen

verstehen. Bleibt einer gegen den andern zurück, so ist ein großer Zeitverlust unvermeidlich.

Den eigentlichen Herd des Ofens, welchem man früher eine massive Mauer oder ein massives Gewölbe zur Unterlage gab, legt man jetzt allgemein auf gußeiserne Platten, welche mit der Herdmasse bedeckt werden. Zwar hat man auch versucht, gar keine Herdmasse anzuwenden, sondern auf der Sohle von Gußeisen unmittelbar den Frischprozeß vorzunehmen; allein man hat gefunden, daß die Platten sehr angegriffen werden, und daß dem Ofen außerdem dadurch zu viel Hitze entzogen wird, weßhalb man jetzt ganz allgemein das Feineisen nicht unmittelbar auf eine gegossene Herdsohle bringt, sondern die gußeiserne Platte mit einer Decke versieht, welche den eigentlichen Arbeitsherd bildet. Soll auf einer gußeisernen Unterlage unmittelbar gefrischt werden, so muß die eiserne Sohle 5 bis 6 Zoll dick seyn. Die Masse, welche man als Decke für die Platten, oder als die eigentliche Herdsohle anwendet, besteht sehr häufig aus Sand. In der neuern Zeit hat man indeß angefangen, sich des Hammerschlages oder des Schmiedesinters, der bei dem Auswalzen des Eisens zu Stäben bei den Stabeisenwalzwerken abfällt, mit dem besten Erfolge zu bedienen. In andern Fällen wendet man Schlacken aus dem Frischofen an. Auch hat man versucht, einen Frischherd von zerstoßenem Kalksteine zu gebrauchen; allein noch nicht mit günstigem Erfolge. Den reinen Sand, der in einigen Gegenden kostbar und schwer zu erhalten ist, hat man auch durch feuerfesten Thon (durch zerstampfte, unbrauchbar gewordene, feuerfeste Ziegel) zu ersetzen gesucht; es scheint aber, daß der Thon, eben so wie der Kalkstein, die Scheidung des Eisens von der sich bildenden Schlacke erschwert.

Bei dem sogenannten Schlackenfrischen bedient man sich immer einer Herdmasse von Frischschlacken, welche man zuweilen auch mit Glühspan oder Schmiedesinter vermengt. Man sucht dazu reine Schlacken aus dem Frischofen aus, welche fein gepocht werden. Mit der gepulverten Schlacke wird die Sohle des Ofens, sie bestehe aus feuerfesten Ziegeln oder aus gußeisernen Platten, 3 bis 4 Zoll hoch bedeckt, dann durch starke Hitze in einen breiartigen Fluß gebracht, und mit eisernen Werkzeugen

geebnet, wodurch man dann die eigentliche Grundlage für das zu verfrischende Eisen, oder den Frischherd erhält. Wendet man Glühspan ohne Zusatz von Frischschlacken an, so muß man sehr vorsichtig in der Auswahl seyn, und nur reinen, von Spänen, Kohlen, Eisenbrocken rc. ganz befreieten Eisensinter aussuchen. Der Sinter wird zerstampft, etwa 3 Zoll hoch über der gußeisernen Unterlage ausgebreitet, und dann durch Erhitzung des Ofens in einen erweichten Zustand gesetzt, damit die Herdfläche ganz eben und ohne Risse ausfällt. Bedient man sich eines Sandherdes, so ist eine große Vorsicht in der Wahl des Sandes erforderlich. Ganz reiner, und wo möglich rein gewaschener Quarzsand ist dann das beste Material. Aller Sand, der bei der im Frischofen hervorgebrachten Hitze in Fluß geräth, oder vielmehr eine teigartige Konsistenz erhält, oder auch nur stark zusammensintert und Risse bekommt, ist durchaus zu vermeiden. Der Sand wird 4 bis 5 Zoll über der gußeisernen Unterlage ausgebreitet. Wird ein Sandherd zum ersten Mahle gebraucht, so muß er $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll hoch mit gepochter Frischschlacke beschüttet, und vor dem ersten Eiseneinsatze angefeuert werden, worauf man ihn ebnet, und dann erst zum Einsetzen schreitet. Man mag übrigens eine Herdmasse anwenden, welche man will, so muß der Herd nach jedem Frischen wieder ausgebessert werden. Es bilden sich nämlich durch die Arbeit mit Brechstangen Gruben und Risse auf dem Herde (die letztern zum Theile durch das Abstoßen des Eisens von der Herdoberfläche), welche wieder zugefüllt und geebnet werden müssen. Dieß geschieht durch Eintragen von gepochter Frischschlacke. Ein Herd hält gewöhnlich nur eine Woche lang aus, und muß dann durch einen neuen ersetzt werden. Die Brücke und der Fuchs, so wie das Gewölbe, sind die Theile des Ofens, welche am mehrsten leiden, und durch die Flamme am stärksten angegriffen werden. Selten halten sie vier Wochen lang aus, und müssen dann ausgewechselt werden. Die Seitenwände und die übrigen Theile des Ofens müssen mehrere Monate im brauchbaren Zustande bleiben.

Zuweilen gibt man dem Herde eine kleine Neigung nach dem Fuchse, um den Schlackenabfluß zu befördern. Bei dem Schlackenfrischen theilt man ihm wohl in der Mitte, oder in der

Gegend der Einsatzöffnung eine flache muldenartige Vertiefung zu. Sonst entledigt man sich der Schlacke auch dadurch, daß man eine wirkliche Stichöffnung unter dem Fuchse in den Herd hinein führt. Bei dem Schlackenfrischen werden die Schlacken, welche bei dieser Arbeit in großer Menge aus dem Ofen geschafft werden müssen, sobald das Frischen beendigt ist, theils durch die Einsetzthüre ausgekrückt, theils durch einen unter der Einsetzthüre angebrachten Schlackenabstich fortgeschafft.

Die Zeichnungen Fig. 5 und 6, Taf. 2, und Fig. 3 und 4, Taf. 4, stellen einige der gebräuchlichsten Einrichtungen bei den Flammenöfen zum Stabeisenfrischen (Puddelöfen) dar. Fig. 5 und 6, Taf. 2, sind die Abbildung eines Puddelofens, so wie man sie häufig in der englischen Provinz Wales findet. Fig. 6 ist ein Grundriß in der Höhe der punktirten Linie a′ b′ in Fig. 5, Fig. 5 ein senkrechter Längendurchschnitt nach der punktirten Linie Fig. 6. An diesen Figuren bedeuten: a Thür zum Schüren der Steinkohlen, b Roststäbe, c Feuerbrücke, d gußeiserne Platten, welche den Herd bilden und auf gußeisernen Tragebalken e, e ruhen, die an beiden Seiten an die gußeisernen Umfassungsplatten angeschraubt sind. f Sand- oder Schlackenherd, g große Einsetzthür, welche durch einen eisernen Hebel und Ketten auf und nieder bewegt werden kann. Sie hat eine 5 Zoll ins Geviert große Öffnung, um durch dieselbe das Eisen auf dem Herde bearbeiten zu können, ohne erstere öffnen zu müssen; auch diese kann luftdicht geschlossen werden. Um das Verhalten des Eisens im Herde erfahren zu können, ist noch ein besonderes Schauloch in der Thür angebracht, mit einem Thonpfropfen verschließbar. Manche Öfen haben, wie schon bemerkt, noch eine zweite Einsetzthür h, die nahe am Fuchse liegt, und den Zweck hat, das zu der folgenden Frischarbeit bestimmte Roheisen anzuwärmen, sobald die Balls von dem vorhergehenden Frischen eingefertigt sind. Diese zweite Thür ist ebenfalls luftdicht verschlossen. Die Öfen mit zwei Einsetzthüren haben eine größere Länge, als die mit einer. i die Esse von 35 bis 50 Fuß Höhe, von denen erstere die geringste ist. Gewöhnlich legt man zwei Öfen an eine Esse, von denen jeder einen besondern Essenschacht hat. Oben ist die Esse mit einer Klappe versehen (Fig. 7, Taf. 2), die durch einen Hebel

und eine unten mit einem Griffe versehene Klappe beweglich ist, und durch welche die Esse luftdicht verschlossen, und der Luftzug gänzlich gehemmt werden kann. k Schlackenabzug; l Schlackenblech, zwischen welchem und die Ofenmauer glühende Kohlen geschüttet werden, um die Schlacken flüssig zu erhalten, und auch um den Zug zu verstärken. Der Ofen ist mit starken gußeisernen Platten m, m bekleidet, die durch Schraubenbolzen angezogen werden.

Der in Fig. 4, Taf. 6, im Grundrisse nach der Linie CD, Fig. 3, und in Fig. 3 im senkrechten Längendurchschnitte nach der Linie AB, Fig. 4, dargestellte Puddelofen unterscheidet sich von dem obigen besonders durch die Gestalt des Herdbodens, welchem bei der Einsetz- und Arbeitsthür eine große Breite zugetheilt ist. Diese Gestalt des Herdes, die man jetzt viel in England findet, soll Vortheile gewähren, weil sie gestattet, daß dem teigartig erweichten Eisen, bei dem Auseinanderarbeiten auf dem am stärksten erhitzten und der oxydirenden Flamme am wenigsten ausgesetzten Theile des Herdes, die größte Oberfläche gegeben werden kann. Der eigentliche Arbeitsherd (er mag aus Sand, oder aus Hammerschlag &c. bestehen) ruht auf einer im Ganzen gegossenen eisernen Tragplatte d, welche durch die Feuerbrücke und durch die Seitenwände des Ofens ihre feste Lage erhält, indem sie auf allen Seiten in der Mauerung eingelassen ist. Sie liegt unten ganz hohl, wodurch der Vortheil erreicht wird, daß die Luft sie kühl erhält. Weil die Herdplatte auf allen Seiten auf fester Mauerung ruht, so ist es nicht nöthig, sie durch Tragpfeiler zu unterstützen. Das Gewölbe, die Seitenwände und die Brücke bestehen, wie immer, aus feuerfesten Ziegeln. Den Seitenwänden ist außerdem noch eine Verstärkung durch eine Mauer aus gewöhnlichen Ziegeln gegeben. Diese Ziegelmauerung dient zugleich dazu, dem Ofen eine regelmäßige äußere Gestalt zu geben, um ihn bequemer verankern zu können. Die Seitenwände des Ofens sind mit gußeisernen Klammern eingefaßt, welche durch senkrechte gußeiserne Ankerplatten zusammengehalten werden. Diese letztern sind durch geschmiedete eiserne Stäbe so mit einander verbunden, daß sie nirgends ausweichen können. An den Figuren bedeutet: a das Schürloch, zum Eintragen der Stein-

kohlen auf den Rost; b die Einsetzthür; c den Rost, zu welchem die Luft unter dem Aschenfall strömt. Die Roststäbe werden durch einen Schlitz in der Hinterwand des Ofens eingelegt, ausgezogen, weiter aus einander oder näher gerückt. Auch dient dieser Schlitz zum Reinigen des Rostes. d die gußeiserne Herdplatte; e die Feuerbrücke; f die Esse.

So lange sich das Roheisen im starren Zustande befindet, erleidet es im Flammenofen, wegen der kurzen Zeit, in welcher es der Hitze ausgesetzt ist, keine wesentliche Veränderung. In einem tropfbar flüssigen Zustande würde es schnell verschlackt werden, wenn die Verschlackung nicht etwa durch eine Schlackendecke verhindert wird. Diese ist aber auch die Veranlassung zu einer sehr schwach fortschreitenden Entkohlung, wenn das Eisen im flüssigen Zustande verbleibt. In dem breiartig erweichten Zustande tritt die Verschlackung ebenfalls schnell ein, wenn ein starker Luftzutritt Statt findet. Ein schwacher Luftzutritt hingegen bewirkt eine unbedeutende Verschlackung und eine mehr oder weniger vollständige Entkohlung, wenn der breiartige Zustand durch den angemessenen Grad der Temperatur unterhalten wird. Das Roheisen kann daher mit geöffneter Essenklappe unbedenklich einer starken Hitze ausgesetzt werden, so lange es noch nicht erweicht, oder (beim Schlackenfrischen) noch nicht geschmolzen ist. Wenn aber dieser Zustand eingetreten ist, so muß der Luftzug, durch Schließen der Essenklappe, abgeschnitten werden. Je länger der breiartige Zustand des Eisens unter dem möglichst schwächsten Luftzutritt fortdauert, desto vollkommener wird die Kohle ohne bedeutenden Eisenverlust abgeschieden werden können. Bei der Anwendung eines sehr kohlehaltigen Roheisens, bei welchem sich der flüssige Zustand sehr schwer, und bei dem grauen gar nicht vermeiden läßt, noch mehr aber bei dem strengflüssigen grauen Roheisen mit geringem Kohlegehalt würde sich durch starke Verschlackung des Roheisens nothwendig erst Schlacke bilden müssen, um durch die Einwirkung derselben auf das Roheisen einen teigartigen Zustand desselben herbeizuführen. Dieser Verschlackung begegnet man zum Theile dadurch, daß man das Roheisen zuweilen gleich mit Schlacke beschickt in den Ofen bringt. Je höher der Hitzgrad seyn muß, um das graue Roheisen zu schmelzen,

desto weniger ist es möglich, dasselbe durch plötzliches Erstarren in weißes Roheisen umzuändern. Deßhalb thut das Begießen des aus Versehen zu stark erhitzten und dadurch flüssig gewordenen Roheisens zwar bei dem grauen Roheisen mit großem Kohlegehalte sehr gute Dienste, fast gar keine hingegen bei dem strengflüssigen grauen Roheisen, welches theilweise immer wieder zu grauem Roheisen erstarrt. Das Begießen des flüssig gewordenen Roheisens mit Wasser ist überhaupt zwar ein gutes Mittel, einen begangenen Fehler zu verbessern; allein immer ist es ein Beweis von unrichtig geführter Arbeit, oder von der Anwendung einer Roheisensorte, die für das Verfrischen in Flammenöfen wenig geeignet ist, wenn es nothwendig wird, das Eisen oft durch Wasser abzukühlen. Außerdem würde man die Anwendung des vielen Wassers schon deßhalb zu vermeiden haben, weil die Öfen durch die plötzliche Abkühlung und durch die sich entwickelnden Wasserdämpfe sehr leiden, und weil der Verbrauch an Eisen und Brennmaterial dadurch sehr vermehrt wird. Besser ist es unstreitig, das Roheisen durch zweckmäßige Vorbereitung für diesen Frischprozeß mehr geeignet zu machen. Bei dem grauen Roheisen, besonders bei dem strengflüssigen, wird sich die Anwendung von Schlacken und Wasser, zum Nachtheile für die Menge und Güte des entstehenden Produkts, nicht vermeiden lassen.

Auf die Feuerung muß eine ganz besondere Aufmerksamkeit verwendet werden. Läßt man die Kohlen auf dem Roste zu sehr niederbrennen, so kühlt sich nicht allein der Ofen sehr ab, wenn demnächst frische Kohlen eingetragen werden, sondern die Luft geht auch in großer Menge unzersetzt durch die Zwischenräume des Rostes und durch die schwache Kohlenschicht, wodurch das Eisen verschlackt wird Das Eintragen der Kohlen muß daher schnell geschehen und oft wiederhohlt werden, um den Rost stets mit brennenden und glühenden Kohlen angefüllt zu erhalten. Dieß ist besonders in der Periode der Arbeit nothwendig, wenn die Arbeitsthür geöffnet, und die Essenklappe geschlossen ist. Je geräumiger der Rostraum ist, je mehr Kohlen er also fassen kann, und je weniger oft das Eintragen von frischen Kohlen erforderlich ist, mit desto besserem Erfolge wird die Frischarbeit Statt finden.

Das sehr verschiedene Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Schmelzhitze, und die verschiedenen Grade der Schmelzarbeit überhaupt, machen auch eine Verschiedenheit in dem Arbeitsverfahren nothwendig. Diese findet jedoch nur in der ersten Periode der Arbeit Statt, indem das sehr kohlehaltige Roheisen sowohl, als das strengflüssige, erst durch die Einwirkung der Schlacke in den Zustand gesetzt werden müssen, den das luckige Eisen (das Feineisen) sehr leicht annimmt, wenn es bis zu dem Grade erhitzt worden ist, daß es anfängt weich zu werden, und sich mit der Brechstange bearbeiten zu lassen. Ist ein solcher Zustand bei jenen Roheisenarten, theils durch die Einwirkung der Schlacke, theils durch häufiges Begießen und Abkühlen mit Wasser, ebenfalls eingetreten, so findet ein ziemlich gleiches Verfahren Statt, weil nun das Gaarwerden nicht mehr durch die Schlacke erfolgen kann, sondern durch die schwache Einwirkung der atmosphärischen Luft, bei einer möglichst großen und stets erneuerten Oberfläche des Eisens, bewirkt werden muß. Wegen dieser beständigen Erneuerung der Oberfläche des Eisens, welche durch ununterbrochenes Umrühren der Eisenmasse bewirkt wird, hat man die Flammenöfen zum Frischen des Roheisens Rühr- oder Puddelöfen (Puddling furnaces, engl.) genannt. Das Schlackenfrischen und das Feineisenfrischen sind also in sofern wesentlich von einander verschieden, als bei jenem der teigartige Zustand der Eisenmasse erst durch Schlacke und durch Wasser hervorgebracht werden muß; wobei es ganz gleichgültig ist, ob die Frischschlacke gleich beim Einschmelzen des Roheisens mit eingesetzt, oder ob sie erst nach erfolgtem Schmelzen angewendet wird; wogegen bei diesem gar keine Schlackenzusätze angewendet werden, welche durchaus überflüssig und unwirksam seyn würden, wenn nicht etwa die Arbeit durch eine übertriebene Erhöhung der Temperatur fehlerhaft geführt wird.

Der gewöhnliche Einsatz zu einem Frischen ist 300 bis 350 Pf. Roheisen. Geübte Arbeiter nehmen auch wohl 400 Pf. an.

Sobald das Roheisen entweder unmittelbar (bei der Anwendung des Feineisens) oder mittelbar, durch Zusätze von Frischschlacken und durch Abkühlen mit Wasser (bei der Anwendung des an Kohle reichen und des grauen Roheisens), in den teigartigen

Zustand versetzt worden ist, so wird es vermittelst eines hakenförmig gebogenen Werkzeuges aufgebrochen, gewendet, und über den ganzen Herd gleichmäßig ausgebreitet. Das Schürloch über dem Roste zum Eintragen der Kohlen ist dabei mehr oder weniger geöffnet, je nachdem sich das Eisen mehr oder weniger roh verhält. Die Klappe auf der Esse und die Einsetzthür sind völlig geschlossen. Nur die Arbeitsöffnung in dieser Thür ist geöffnet, weil durch dieselbe die Werkzeuge zum Bearbeiten des Eisens in den Ofen gebracht werden. Das Eisen wird nämlich, vermittelst kleiner Brechstangen, oder auch mit Spießen, die aber nicht zugespitzt, sondern mit breiten Endflächen versehen sind, ununterbrochen durchgearbeitet, zertheilt und gewendet. Dieß ist die eigentliche Frischperiode, und zugleich diejenige, bei welcher durch rasche und gewandte Arbeit, durch zweckmäßig getroffene Dispositionen bei der Feuerung, und durch vollkommen schließende Essen der Eisenverbrand am mehrsten vermindert werden kann, bei welcher aber auch, wenn das Gegentheil von jenen Erfordernissen eintritt, der größte Eisenverlust herbeigeführt wird. Die Kohle entweicht als Kohlenoxydgas mit blauen Flämmchen, wobei ein Aufbrausen sichtbar und hörbar wird. Bei fortgesetzter Arbeit wird die Masse immer steifer, hat aber noch eine röthliche Farbe, welche in dem Verhältnisse lichter wird, als die blauen Flämmchen weniger häufig zum Vorscheine kommen, und als sich das Aufbrausen vermindert. Wäre das Eisen zu kalt geworden, so müssen das Schürloch und die Arbeitsthüre geschlossen, die Klappe auf der Esse geöffnet, und es muß eine möglichst schnelle Hitze gegeben werden, um die Esse bald wieder schließen zu können. Dieses Nachfeuern muß indeß während der Frischperiode ganz vermieden werden, wenn der Gang der Arbeit und die Verhältnisse der Theile des Ofens gegen einander richtig beobachtet worden sind. Die Beendigung der Frischperiode gibt sich durch einen trocknen und gewissermaßen sandigen Zustand zu erkennen, welchem es nur an Hitze fehlt, um die einzelnen Theilchen durch Zusammenschweißen zu vereinigen. Diesem sandartigen Zustande geht aber, bei einer richtig geführten Arbeit, immer eine große Zähigkeit der Masse voran, welche das Zertheilen, Wenden, Durchschneiden, Zusammenbringen und Wiederauseinanderbringen der

Masse sehr beschwerlich macht. Die bei der Frischarbeit entstehenden Schlacken bleiben bei der Schlackenfrischarbeit auf dem Herde. Bei der Feineisenfrischarbeit werden sie entweder durch eine geringe Neigung des Herdes gegen den Fuchs zum Abfließen gebracht, oder man sticht sie durch die unter dem Fuchse angebrachte Schlackenöffnung ab. Die Frischperiode dauert 40 bis 45 Minuten, während welcher Zeit der Arbeiter unaufhörlich und angestrengt arbeiten muß, um das Zusammenbacken des noch rohen Eisens zu verhindern, und stets die Oberfläche desselben zu verändern. Hat sich aber das Ende der Frischperiode durch den sandigen Zustand der Masse zu erkennen gegeben, so muß eine schnelle und starke Hitze gegeben werden. Sobald man diese erlangt hat, werden die Essen und das Schürloch über dem Roste wieder ganz geschlossen, und es tritt nun die Schweißperiode, nämlich diejenige Periode ein, in welcher sich die durch das ununterbrochene Durcharbeiten getrennten Theilchen des Eisens in dem starken Hitzgrade, den sie durch die ihnen gegebene neue Hitze bekommen haben, mit einander vereinigen oder zusammenschweißen. Je größer der Hitzgrad ist, der dem gefrischten Eisen gegeben werden kann, desto besser wird das Eisen ausfallen, weil es dann durch beigemengtes oxydirtes Eisen, und selbst durch die beigemengten Schlackentheilchen am wenigsten verunreinigt wird. Diese Beimengungen sind es ganz besonders, welche auf die Festigkeit des im Flammenofen gefrischten Eisens sehr nachtheilig einwirken, weßhalb auch aus solchen Öfen, in welchen sich der höchste Grad der Schweißhitze, bei dem das Stabeisen dem flüssigen Zustande sehr nahe kommt, nicht hervorbringen läßt, niemahls ein festes und reines Stabeisen dargestellt werden kann. Die Arbeit des Frischers besteht nun darin, die ganze Eisenmasse nicht zu einem Klumpen zusammen zu ballen, sondern sie mit seinem Werkzeuge in einzelne Theile abzutheilen, und diese zu einem kleinern Klumpen, oder zu einer Kugel (Ball) zu vereinigen. Diese Arbeit ist um so schwieriger, je geringer der Grad der Schweißhitze ist, den das gefrischte Eisen erhalten hat. Die Anzahl der Kugeln oder Balls hängt theils von der Menge des Eisens auf dem Herde, theils von der künftigen Bestimmung des Eisens ab, ob nämlich größere oder kleinere Stäbe dargestellt

werden sollen. Gewöhnlich werden, bei einem Einsatz von 2½ bis 3 Zentner Roheisen, 6 bis 7 Balls gemacht, und der letzte Ball wird mehrere Mahle über den ganzen Herd hin- und hergerollt, um die einzelnen Brocken von gefrischtem Eisen, welche auf dem Herd liegen geblieben sind, aufzunehmen. Diese Balls sind nun das gefrischte Eisen, welches auf sehr verschiedene Weise weiter verarbeitet wird.

Auf einigen Hütten werden gar keine Balls angefertigt, sondern man bringt die gefrischte Eisenmasse, in einzelnen Abtheilungen, unter das zu diesem Zwecke ausgetiefte große Gesenk in dem Amboß des Stirnhammers, und bereitet auf diese Weise die Balls nicht im Ofen, sondern unter dem Hammer. Auf andern Hütten, und zwar in den mehrsten Fällen und fast als allgemeine Regel, werden die Balls auf die angegebene Art im Frischofen gebildet, und unter dem Stirnhammer zusammen geschweißt. Man zieht dieses Verfahren demjenigen vor, welches auf einigen Hütten angetroffen wird, die Balls zwar im Ofen zu bilden, sie aber nicht unter dem Stirnhammer zusammen zu schlagen, sondern sogleich unten das Walzwerk zu bringen. Bei der Anwendung des Stirnhammers soll das Stabeisen mehr von den mechanischen Beimengungen gereinigt werden, und daher fester ausfallen. Die Balls, so wie sie unter dem Stirnhammer oder dem Walzwerk zusammengepreßt sind, müssen noch als ein Gemenge von Stabeisen mit vielen Schlacken und oxydirtem Eisen betrachtet werden. Deßhalb müssen sie auch noch wiederhohlte Schweißhitzen in den besondern Schweißöfen erhalten, wobei ebenfalls ein verschiedenes Verfahren Statt findet. Ist der letzte Ball vom Herde weggenommen, so schöpft man, beim Schlackenfrischen, die Schlacke vom Herde, sticht dieselbe zuweilen auch aus der dazu bestimmten Öffnung unter der Einsetzthüre ab, reinigt den Herd, bessert ihn aus, und schreitet zu einem neuen Einsatz. Bei der Feineisenfrischarbeit wird die wenige Schlacke auch entweder aus der Arbeitsthür herausgerückt, oder bei dem Fuchs abgelassen, der Herd geebnet, reparirt ꝛc. ꝛc. Die Frischschlacke aus den Puddelöfen, besonders diejenige vom Feineisenfrischen, sollte sich in ihrer Zusammensetzung mehr der Gaar- als der Rohschlacke nähern, welches aber bei Öfen, deren Herde aus Sand oder zerstampften

feuerfesten Ziegeln bestehen, nicht der Fall ist, weil sie davon Kieselerde aufnehmen; daher nähert sich denn auch selbst die Schlacke aus den Schweißöfen der Rohfrischschlacke.

Obgleich die Steinkohle das eigentliche Brennmaterial ist, dessen man sich zum Verfrischen des Eisens in Flammenöfen, so wie für die Schweißöfen bedient; so läßt sich der Prozeß doch natürlich auch bei gut getrocknetem Holze und bei Torf verrichten. Solche Öfen müssen jedoch mit ungleich größern Rosten und mit niedrigen, möglichst flachen Gewölben über dem Herde versehen seyn. Ein in Frankreich zur Holzfeuerung konstruirter Puddelofen hatte folgende Dimensionen: Der Rost ist 3 Fuß 2 Zoll lang, 3 Fuß breit, und liegt 2 Fuß 6 Zoll unter dem Gewölbe. Die ganze Länge des Ofens beträgt 6 Fuß 2 Zoll, seine Breite an der Feuerbrücke 3 Fuß, bei der Einsetzthür 4 Fuß, am Fuchs 1 Fuß; die Höhe an der Feuerbrücke beträgt 2 Fuß, bei der Einsetzthür 1 Fuß 11 Zoll, am Fuchs 6 Zoll. Die Höhe der Feuerbrücke über der Herdsohle 6 Zoll. Puddelöfen, die mit Holz gefeuert werden, findet man in Steiermark, in Schweden, in Rußland, in Frankreich ꝛc. ꝛc.

Die weitere Bearbeitung, welche die Balls in den Schweißöfen und unter den Walzwerken erleiden, scheint zwar nur ein Ausschweißen des Eisens und ein Auspressen der mechanisch beigemengten Schlackentheile zu seyn; allein man kann diese Schweißarbeit mit großem Recht als eine völlige Beendigung der Frischarbeit ansehen, weil die Balls in der starken Hitze der Schweißöfen wirklich noch einen großen Antheil von nicht abgeschiedener Kohle durch das Zementiren mit der atmosphärischen Luft verlieren. Deßhalb trägt eine wiederhohlte starke Schweißhitze auch sehr wesentlich zur Verbesserung des Eisens bei, und das Eisen wird um so fester und besser, je stärker die Schweißhitze ist, und je öfter sie wiederhohlt wird, obgleich mehrere Schweißhitzen nothwendig einen größern Eisenverbrand zur Folge haben. Niedrige Schweißhitzen geben, besonders bei nicht hinreichend kräftig wirkenden Walzwerken, immer ein faulbrüchiges und von mechanischen Beimengungen von oxydirtem Eisen und von Frischschlacke nicht gehörig befreites Eisen. Diese Fehler des in den Frischöfen bereiteten Stabeisens zeigen sich in einem noch höhern Grade, wenn man das Ausstrecken in der Schweißhitze nicht unter Walz-

werken verrichten kann, sondern sich der Hämmer zu bedienen gezwungen ist. Die brüchige und fehlerhafte Beschaffenheit des Eisens, welche durch mechanisch beigemengtes oxydirtes Eisen veranlaßt wird, läßt sich auf keine andere Weise heben, als durch die Anwendung des höchst möglichsten Grades der Schweißhitze.

Die Schweißöfen sind Flammenöfen mit einem niedrigen und ganz flachen Gewölbe, und mit einer niedrigen Feuerbrücke. Der Rostraum muß, im Verhältnisse zum Herde, sehr groß seyn, um eine starke Hitze erzeugen zu können. Gewöhnlich wendet man einen Sandherd an, der auf einer massiven Mauer, auf einem massiven Gewölbe, auf eisernen, durch Tragesäulen unterstützten Platten 2c. 2c. ruhen kann. Statt des Sandes ist es aber vorzuziehen, sich der Lösche von den Koaks, wenigstens als obere Decke für den Sand, zu bedienen. Ein Schweißofen ist für vier, allenfalls auch für mehr Frischöfen zureichend, wenn er durch ein kräftig wirkendes Wälzwerk unterstützt wird. Der Querschnitt der Fuchsöffnung darf niemahls zu klein eingerichtet werden, sondern man muß das richtige Verhältniß desselben zur Rostfläche, nach den zu ermittelnden Leistungen des Ofens, durch Aufschütten von lockerem Sand abstimmen. Die Essen müssen wenigstens 40 bis 50 Fuß hoch, und oben mit einer Klappe versehen seyn, damit sie beim Herausnehmen der in Schweißhitze befindlichen Kolben geschlossen werden können. Die Zeichnungen, Fig. 12 und 13, Taf. 6, stellen einen Schweißofen für Stabeisen mit Steinkohlenfeuerung dar, wie man ihn auf dem Eisenwerke bei Neustadt-Eberswalde unweit Berlin findet. a der Herd, eine gußeiserne mit Sand beschüttete Platte; b das Schlackenloch; c Ankerplatten zum Zusammenhalten des Ofens; d das Schürloch; e Roststäbe; f Rostbalken; g Aschenfall; h die Einsetzthür, welche mittelst eines Hebels aufgezogen werden kann; i Esse. Das Eisen, welches die Schweißhitze erhalten soll, darf niemahls in den kalten Ofen gebracht werden. Wenn die Arbeit beginnen soll, so muß der leere Ofen vorher die völlige Schweißhitze erhalten haben, worauf das Eisen schnell eingetragen, und bei ganz verschlossenen Thüren recht schnell in Schweißhitze gesetzt wird. Alsdann wird die Esse mehr oder weniger vollständig geschlossen.

Bei der Bearbeitung in den Schweißöfen und bei dem darauf folgenden Ausstrecken, erleiden die Balls noch einen sehr bedeutenden Gewichtsverlust, welcher eine Folge der ihnen noch in großer Menge beigemengten Schlacke ist, obgleich auch ein Theil des Eisens in den Schweißöfen auf der Oberfläche oxydirt und verschlackt wird. Um die Balls durch Ausschweißen und Ausstrecken zu fertigen Stäben umzuändern, wendet man nicht überall einerlei Verfahren an. Auf einigen Hütten bringt man die unter dem Stirnhammer geformten und zusammengeschlagenen Balls zuerst wieder in den Frischofen, und zwar zunächst der Feuerbrücken, um ihnen dort eine Schweißhitze zu geben. Haben sie diese erlangt, so werden sie abermahls unter den Stirnhammer gebracht, und zu regelmäßigen viereckigen Stücken (Lumbs engl.) zusammen geschlagen. Diese Lumbs werden an den Schweißofen abgegeben, erhalten eine starke Schweißhitze, und werden unter dem Präparirwalzwerk (Fig. 8, Taf. 5) zuerst unter den runden oder quadratischen, und dann unter den flachen viereckigen Öffnungen, zu flachen Stäben [Blooms *), Millbars, engl.] ausgestreckt. Diese flachen Stäbe kommen, in Stücke von gleicher Länge geschnitten und über einander gelegt, abermahls in den Schweißofen, und werden dann zu Stäben, Kleineisen und geschnittenem Eisen, von welchen weiter unten geredet werden soll, je nachdem das Eisen diese oder jene Bestimmung erhalten soll, in einer Hitze fertig gewalzt und geschnitten. Feinen Stäben gibt man gern eine Länge von 40 Fuß, da es leichter und vortheilhafter ist, einen langen, als mehrere kurze Stäbe auszuwalzen. Auf andern Werken kommen die unter dem Stirnhammer zusammengeschlagenen Balls unmittelbar unter das Präparirwalzwerk, werden dort zu flachen Stäben (Millbars) ausgestreckt, welche kalt zerschnitten, über einander gelegt und in Paketen in den Schweißofen gelegt werden, von wo man sie denn sogleich zu fertigen Stäben auswalzt, und, wenn das Eisen zu Kleineisen oder zu Schmiedeisen bestimmt ist, in derselben Hitze fertig macht. Bei dem ersten Verfahren erhält das Eisen eine Schweiß-

---

*) Diese Benennung ist nur noch in Wales für die Plattinen üblich, gewöhnlicher und allgemein ist der Ausdruck Millbars.

hitze mehr, als bei dem zweiten; indeß ist das erste Verfahren nur auf wenigen Hütten gebräuchlich, weil die Frischarbeit dadurch etwas gestört wird. Will man Eisen von vorzüglicher Güte haben, so gibt man die dritte Schweißhitze auf eine zweckmäßigere Weise dadurch, daß man die Millbars nicht gleich zu fertigen Stäben ausstreckt, sondern zu flachem Eisen auswalzt, welches abermahls in Stücken von bestimmter Länge zerschnitten, zu Paqueten über einander gelegt und abermahls in den Schweißofen gebracht wird, worauf man erst zum Auswalzen des fertigen Eisens schreitet. Bei diesem Verfahren findet zwar ein größerer Aufwand an Brennmaterial, Eisen und Löhnen Statt, allein das Stabeisen wird dadurch von vorzüglicher Güte, und steht daher auch höher im Preise, als dasjenige Eisen, welches die dritte Schweißhitze nicht erhalten hat. Bei dem Ausschweißen der Pakete muß eine große Vorsicht angewendet werden, damit sie keine zu geringe Hitze erhalten, aber auch auf der andern Seite nicht verbrennen, welches einen großen Abgang und oft eine gänzliche Zerstörung des Eisens zur Folge hat.

Bei dem Zusammenlegen der Millbars zu Paketen zerschneidet man die flachen Stäbe (welche etwa mit den Schirbeln verglichen werden können, die bei der deutschen Frischarbeit im Herde erfolgen) zu Stücken von 1½ bis 2 Fuß Länge. Dieses Zerschneiden geschieht unter einer Wasserschere, und zwar wenn die Millbars schon kalt geworden sind. Gewöhnlich haben sie eine Dicke von 1½ Zoll. Von diesen zerschnittenen breiten Stäben werden sechs bis acht Stück über einander gelegt, um ein Paket zu bilden, aus welchem demnächst beim Auswalzen ein Stab erfolgt. Von der Bestimmung des Eisens hängt es ab, ob man mehr oder weniger Stücke zu einem Paket anwenden und zusammenschweißen will; feinere Sorten werden auch nur aus einem Millbar oder einer Plattine (Billet) ausgestreckt. Die Hauptsache ist nur, daß die Stücke recht gerade über einander liegen, und sich beim Einsetzen in den Schweißofen nicht verschieben, damit sie beim Herausnehmen in dem schweißwarmen Zustande bequem unter die Walzen gebracht werden können. Die Walzen müssen eine große Umlaufsgeschwindigkeit haben, und in der Minute wenigstens 120—140 Umdrehungen machen. Beim

Auswalzen von Flachstäben müssen die Schichten von den verschiedenen Stäben, die in den Paketen über einander liegen, oder die sogenannte fadige Textur, oder vielmehr eine Absonderung, die auch selbst nach dem vollkommensten Schweißen zu erkennen ist, parallel den breiten, und nicht parallel den schmalen Kanten des Querschnittes des Stabes laufen, welches viel zur größern Stärke des Stabes beiträgt. Bei Quadrat- und Rundeisen ist diese Vorsichtsmaßregel nicht erforderlich. Auf einigen Hütten werden die fertigen Eisenstäbe noch in einen langen Glühofen gebracht, in welchem sie eine schnelle Glühhitze erhalten, worauf sie unter einem Stirnhammer geebnet und gerichtet werden. Dieses Verfahren findet indeß nur selten noch Statt, sondern man richtet und ebnet die Stäbe in dem Augenblick, wenn sie von dem Walzwerk kommen, dadurch, daß man sie auf einer langen und glatten gußeisernen Platte mit Handhämmern gerade schlägt. Von den fertigen Stäben werden die rauhen Enden mit einer Maschinenschere abgeschnitten, und in den Paketen wieder ausgeschweißt und zu Stäben ausgewalzt.

In einem gewöhnlichen Frischofen können täglich 20 Zentner Stabeisen, in einem mit einer zweiten Einsetzthür zum Einsetzen und Anwärmen des Feineisens während des Herausnehmens der fertigen Balls, 25 Zentner, und in einem Doppelofen mit zwei Arbeitsthüren 32 Zentner und darüber, erzeugt werden. Der Eisenverlust bei der Flammenofenfrischerei richtet sich, außer nach der Geschicklichkeit des Arbeiters, vorzüglich nach der Beschaffenheit des Roheisens und nach der davon wieder abhängenden Methode des Frischens. Bei der Schlackenfrischerei wird der Eisenverlust mehre 30, oft wohl 40 Prozent betragen. Bei der Feineisenfrischerei wird der Eisenverlust mit demjenigen ziemlich übereinstimmen, welcher bei der deutschen Frischmethode in Herden gewöhnlich Statt findet. Aus 100 Pfund Roheisen werden 70 bis 73 Pfund fertiges Stabeisen dargestellt. Wenn das gefrischte Eisen zu gewöhnlichem Stabeisen ausgewalzt wird, und nur eine Schweißhitze im Schweißofen erhält, so werden wohl noch einige Prozent Stabeisen mehr ausgebracht; soll das Eisen aber von vorzüglicher Güte seyn, und bekommt es daher zwei Schweißhitzen, so wird ein Eisenverlust von 28 Prozent schon eine

gut geführte Arbeit anzeigen. Der Kohlenverbrauch ist so sehr von der Beschaffenheit der Steinkohlen und von der Konstruktion der Frisch- und Schweißöfen abhängig, daß sich kaum etwas Bestimmtes darüber sagen läßt. Man kann es als einen ganz allgemeinen Durchschnitt annehmen, daß zu 100 Pfund Stabeisen im Frischofen 110, und im Schweißofen 60 Pfund Steinkohlen erforderlich sind. Über den Holzverbrauch in den Frisch- und Schweißöfen läßt sich um so weniger eine sichere Angabe machen, da Öfen der Art, die mit diesem Brennmateriale gefeuert werden, bis jetzt weder schon seit längerer Zeit, noch in größerer Anzahl vorhanden sind. Noch fortwährend ist die Flammenofenfrischarbeit im Fortschreiten begriffen, und weil sie auf sicheren und einfachen Grundsätzen beruht, weil sie eine starke Produktion zuläßt, und weil sie den Vortheil gewährt, aus schlechtem Roheisen viel leichter ein mittelmäßig gutes Stabeisen zu liefern, als sich beim Verfrischen in Herden daraus darstellen lassen würde; so ist mit Zuversicht vorauszusehen, daß die Frischarbeit in Herden und mit Holzkohlen immer mehr verdrängt werden wird. (Karsten, Eisenhüttenkunde, Bd. IV. §. 1224 rc. Metallurgie. IV. Bd. S. 303 rc. Archiv für Bergbau und Hüttenwesen. Bd. XI. S. 315 rc. Dufrénoy et de Beaumont, Voyage métallurgique etc. p. 466 etc. Coste et Perdonnet, Mémoires métallurgiques etc. p. 113 etc. Über die Produktion des Roh- und Stabeisens in England. Aus dem Engl. von C. Hartmann. Quedlinburg 1833.)

Von der Rennarbeit, oder von der Darstellung des Stabeisens unmittelbar aus den Erzen.

Die Vorrichtungen, in welchen die Eisenerze zur unmittelbaren Darstellung des Eisens verschmolzen werden, nennt man Öfen oder Herde, je nachdem über der Form ein, mit Mauerwerk oder auf irgend eine andere Art eingeschlossener, Raum zum Zusammenhalten der Erze vorhanden ist, oder nicht. Mit großer Schärfe läßt sich indeß der Unterschied zwischen Herden und Öfen nicht machen. Obgleich durch die verschiedenen Rennarbeiten sehr gutes Eisen erzeugt wird, so gestatten sie doch nur eine geringe Ausdehnung der Fabrikation. Deßhalb sowohl als wegen der

sehr unvollkommenen Benutzung der Erze, ist die Anwendung der Stücköfen und der Luppenherde sehr beschränkt, und wird in den Gegenden, wo sie jetzt noch Statt findet, in dem Verhältnisse, in welchem die bürgerlichen Gewerbe eine größere Bedeutsamkeit erlangen, durch vollkommenere Vorrichtungen verdrängt.

1) Der Stückofen (Wolfsofen) ist ein niedriger Blauofen, dessen Produkt eine Masse von roheisenartigem Stahl, Stück, Wolf, Maß, Guß genannt, ist, die immer noch in einem besondern Herde wieder umgeschmolzen und völlig gaar gemacht werden muß. Der Zustand der Eisenmassen aus den Stücköfen ist immer sehr ungleichartig, indem sie theilweise aus Stabeisen, aus Stahl und aus Roheisen bestehen, welches sich dem lückigen Floß mehr oder weniger nähert. Die Stückofen sind, vom Boden bis zur Gicht, 10 bis 18 Fuß hoch, und gewöhnlich mit einem Bauch- oder Kohlensack versehen. Die niedrigen Blauöfen lassen sich daher bloß durch die Veränderung des Erzsatzes, zur Erzeugung von Stückofeneisen anwenden. Zuweilen ist das Arbeitsgewölbe zugleich das Blasegewölbe und dann müssen die Blasebälge abgerückt werden, wenn das Eisen ausgebrochen werden soll. Zu diesem Zwecke befindet sich unten am Boden, in der Ofenbrust, eine 2 Fuß weite und eben so hohe Öffnung, welche beim Gange des Ofens mit Backsteinen und Lehm zugemacht ist. Wenn der Betrieb angehen soll, wird der Ofen voll Kohlen gefüllt, die Ofenbrust geschlossen und Feuer durch die Form in den Schmelzraum gebracht. Sind die Kohlen bis zur Gicht durchgeglüht, so läßt man das Gebläse an, bringt auf die Gicht frische Kohlen und Eisenerz, mehrentheils geschichtet, zuweilen auch unter einander gemengt, indem man mit dem Erzsatz steigt, bis das rechte Verhältniß getroffen ist. Sobald sich das Erz vor der Form zeigt, wird ein Auge durch die Vorwand gestoßen, worauf die Schlacke abfließt, das Eisen sich aber auf dem Boden ansammelt. Wenn sich nun bei der Untersuchung durch die Form ergibt, daß die Eisenmasse ansehnlich geworden ist, so läßt man den Ofen entweder niedergehen, oder man gibt einige bloße Kohlengichten auf, und sobald sich diese vor der Form zeigen, wird mit dem Blasen eingehalten, die Vorwand wird aufgerissen, das Frischstück mit Brechstangen und Haken aus dem Ofen gezogen, unter einem Hammer zu einem

3—4 Zoll dicken Kuchen ausgebreitet und in mehrere Stücke zerschroten, die dann im Löschfeuer (man findet den Stückofenbetrieb noch im Hennebergschen) weiter bearbeitet werden. Man reinigt alsdann den Boden des Ofens, bestreut ihn mit Kohlenlösche, macht die Brust wieder zu, und fährt mit dem Betriebe weiter fort. (Karsten's Metallurgie, IV. Bd. S. 328; Eisenhüttenkunde. IV. Bd. S. 261.)

2) Die Blase- oder Baueröfen, die man noch hin und wieder in Rußland, in Schweden und Norwegen, in Siebenbürgen rc. antrifft, sind ganz niedrige Stücköfen von ungefähr 3 bis 7 Fuß Höhe, die oben 5, und unten 2 Fuß weit sind. Die Öfen werden gewöhnlich mit fein gespaltenem Holze angefüllt, welches darin erst verkohlt wird, dann setzt man geröstetes Erz auf, läßt das Gebläse an, und wenn die Kohlen verzehrt sind, so bricht man das Eisen durch die Ofenbrust aus, oder zieht es durch die Gicht heraus. Jedoch ist es gewöhnlich noch so roh, daß es nochmahls umgeschmolzen werden muß. (Karsten's Eisenhüttenkunde, Bd. IV. S. 263.)

3) Die deutsche Luppenfrischerei bedient sich eines aus eisernen Platten zusammengesetzten oder ausgemauerten Herdes, von sehr verschiedenen Dimensionen, je nachdem man ein mehr oder minder wirksames Gebläse hat. Die Form liegt söhlig. Man füllt den Herd mit Kohlen, setzt dann zuerst etwas sehr leichtflüssiges Erz auf, um den Herd mit einem Überzuge von verschlacktem Erze zu versehen, und setzt darauf das zu verschmelzende Erz schaufelweise auf den über dem Herde befindlichen Kohlenhaufen, der von Zeit zu Zeit erneuert wird. Ist das Frischstück fertig, so wird der Herd abgeräumt und dasselbe ausgebrochen, um entweder bei der folgenden Luppe mit ausgeschmiedet, oder in einem Löschfeuer umgeschmolzen zu werden, je nachdem das Eisen mehr oder weniger gaar ist. (Karsten's Eisenhüttenkunde, IV. Bd. §. 1253 rc.)

4) Die französische Luppenfrischarbeit unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß die Erze in demselben Herde zuerst stark geröstet und reduzirt, und dann erst geschmolzen werden, so daß der Prozeß in zwei Operationen zerfällt, die jedoch sogleich auf einander folgen. Gewöhnlich bestehen die

Herde aus steinernen, an der Form- und Windseite aber auch zuweilen aus gußeisernen Platten. Die kleinsten Feuer, die katalonischen, sind 20 Zoll lang und breit, 16 Zoll tief, und die Form liegt etwa 9 Zoll vom Boden; die navarrischen Feuer sind 30 Zoll lang, 24 Zoll breit, 24 Zoll tief, und die Form liegt 14—15 Zoll vom Boden; die biskayischen Feuer sind die größten, 40 Zoll lang, 30—32 Zoll breit, 24—27 Zoll tief, und die Form liegt 18 Zoll über dem Boden. Je größer die Herde sind, um so wirksamer muß auch das Gebläse seyn. Das Arbeitsverfahren ist indeß ziemlich übereinstimmend. Es werden, nach der Größe der Feuer, 3 bis 8 Zentner Erz verarbeitet, die vorher geröstet worden sind, und wovon zwei Drittel aus gröbern Erzstücken und ein Drittel aus Erzstaub bestehen. Die Form erhält eine starke Neigung in den Herd. Die Erzstücke werden an der Gichtseite, einer Mauer gleich, aufgeführt, mit einem Gemenge von Erz- und Kohlenstaub bedeckt, und zwischen ihnen und der Form sind die Kohlen befindlich. Die Arbeit beginnt mit dem Ausschmieden der Schirbel oder Kolben von der vorigen Luppe, während welcher Zeit das oxydirte Eisen im Erz reduzirt wird. Ist dieß geschehen, so wird der Wind verstärkt, das Erz wird der Form näher gerückt und die Schlacke abgelassen. Ist alles Erz niedergeschmolzen und dem Winde ausgesetzt gewesen, so wird die entstandene Luppe ausgebrochen und zerschroten. — Arme Erze sind überhaupt nicht zur Rennarbeit anwendbar; bei einem Ausbringen der Erze zu 33 Prozent aber, lassen sich in den größern Feuern wöchentlich 70—80 Zentner Stabeisen darstellen. (Karsten's Eisenhüttenkunde, IV. Bd. §. 1256 rc. Archiv rc. IX. Bd. S. 465 rc.)

5) Die italienische Luppenfrischarbeit, welche auf der Westküste von Italien und auf der Insel Korsika ausgeübt wird, unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß sie die Arbeiten des Reduzirens und des Schmelzens der Erze nicht unmittelbar auf einander folgen läßt, sondern sie gänzlich von einander trennt, obgleich sie beide Arbeiten in einem und demselben Herde vornimmt; Zeit- und Kohlenaufwand ist daher viel bedeutender als bei der vorigen Methode. Jedes Mahl wird so viel Erz gebraten oder reduzirt, als zu einem viermahligen Schmel-

zen, oder in 24 Stunden erforderlich ist. Der Herd besteht aus einer mit Gestübbe ausgeschlagenen, etwa 7 Zoll tiefen halbkreisförmigen Grube. Den Mittelpunkt des etwa 15 Zoll langen Halbkreises bildet die Form. Auf den Boden wird Kohlenstaub gebracht, dann legt man von der Form aus lange Kohlen strahlenförmig rings um dieselbe. Hinter dieser Kohlenschicht folgt eine Schicht von geröstetem Erze, darauf eine Schicht Kohlenlösche, welche durch eine äußere Mauer von ungerösteten Erzstücken zusammen gehalten wird. Auf diese Art werden mehrere Schichten über einander, ungefähr 3 Fuß hoch, aufgerichtet. Die vor der Form niederbrennenden Kohlen werden sorgfältig niedergestoßen, und immer wieder durch frische ersetzt, damit der vor dem Erze befindliche Kohlenschacht nicht verletzt wird. Ist nach 3—4 Stunden die innere Erzschicht reduzirt, so wird die äußere, nur geröstete, eingerissen und zur nächsten Reduzirarbeit gepocht, das reduzirte Erz aber auf der Hüttensohle ausgebreitet und mit Wasser gelöscht. Man schreitet nun zur Anfertigung der Luppe, weßhalb der Herd gereinigt, mit Kohlenlösche ausgeschüttet, und mit Kohlen angefüllt wird. Auf diesen Kohlenhaufen legt man einige reduzirte Erzklumpen und läßt das Gebläse an. So wie die Kohlen mit dem Erze niedergehen, werden sie durch frische Kohlen und durch frische Erzklumpen ersetzt, bis man den vierten Theil der reduzirten Masse verwendet hat. Bei diesem Niederschmelzen kommt nur die Schlacke in Fluß; das reduzirte Eisen setzt sich auf dem Boden zu einem Frischstücke an, welches von Schlacke umgeben ist, die von Zeit zu Zeit abgestochen werden muß. Nach 4—5 Stunden ist das zu einer Luppe erforderliche reduzirte Erz niedergeschmolzen, worauf die Schlacke rein abgelassen, und die Luppe abgebrochen wird. Diese wird unter dem Hammer zu einem Kolben geformt, welcher bei der folgenden Frischarbeit ausgeheizt und ausgeschmiedet wird. (Karsten's Eisenhüttenkunde, IV. Bd. §. 1257 ꝛc. Annales des Mines. 1828. 4. Livr. p. 121 etc.)

Von der Verfeinerung des Stabeisens.

Das zu Stäben geschmiedete Eisen ist zwar fertige Kaufmannswaare, und die weitere Verarbeitung desselben ein Gegen-

stand für den Künstler, Handwerker und Fabrikanten; allein nicht zu allen Anwendungen ist das Stabeisen in der Form, wie es gewöhnlich vom Stabeisenhammer geliefert wird, geschickt. Der Handwerker würde es oft noch feiner ausrecken oder zerschroten müssen, wozu es ihm häufig an Zeit und Gelegenheit fehlt; weßhalb die weitere Verfeinerung schon deßhalb auf den Hüttenwerken vorgenommen wird, weil sie, im Großen angewendet, weniger kostbar werden muß, als wenn der Handwerker genöthigt wäre, seinen Bedarf jedes Mahl selbst auszustrecken. Die Dimensionen, nach welchen die Frischhütten das Stabeisen abliefern müssen, sind in verschiedenen Ländern sehr verschieden. Jedoch wird Quadrateisen gewöhnlich nicht schwächer als ³/₄ Zoll, Flacheisen nicht schmäler als 1¹/₈, und nicht schwächer als ³/₈ Zoll, rundes, halbrundes oder Stabeisen mit gebrochenen Kanten aber kaum ein Mahl auf allen Hütten gemacht.

Je feiner die Sorten sind, welche von dem Frischer verlangt werden, desto größer ist nicht allein die Arbeit und der zum Schmieden nöthige Zeitaufwand, folglich desto geringer die wöchentliche Produktion, weil das Einschmelzen des Roheisens durch die zum Ausschmieden erforderliche längere Zeit verzögert wird; sondern desto größer muß auch der Aufwand an Eisen und Kohle seyn, weil die feineren Eisensorten ein öfteres Wärmen der Kolben nothwendig machen.

Soll das Eisen geringere Dimensionen als die angegebenen erhalten, so muß es noch ein Mahl in besondern Hütten geglühet und ausgestreckt werden. Nach der Form, welche die feinen Eisenstäbchen durch die Bearbeitung bekommen, erhält das Eisen verschiedene Nahmen. Wird es zu feinen Quadratstäben (bis zu einer Stärke von ¹/₄ Zoll) ausgezogen, so nennt man es Reckeisen; das flache Eisen (welches oft nur ³/₄ Zoll breit und 1¹/₂ bis 2 Linien dick seyn kann) wird Bandeisen, und das feine Quadrateisen mit eingekerbten Flächen Kraus- oder Zaineisen genannt. (Legge, Catechism of Iron, or the Merchant and Mechanic's new and complete Guide to the Iron-Trade. Tipton, Staffordshire, 1832.)

Das Ausrecken des Stabeisens zu feinen Stäben geschieht entweder unter leichten Hämmern, welche gewöhnlich Schwanz-

hämmer sind, oder unter Walz- und Schneidewerken. Unter den Walzen wird dem Eisen die verlangte Stärke gegeben, und unter dem Schneidwerke wird das gewalzte Eisen zerspalten. Da, wo das in Herden gefrischte Eisen nur ausgeschmiedet wird, hat man die Anfertigung der gröbern Eisensorten von der der feinern, sey es nun Bandeisen oder Schneideeisen oder Façoneisen (rundes, halbrundes, Quadrateisen ꝛc. ꝛc.), aus schon oben angegebenen Gründen trennen müssen. Wo aber das Roheisen im Flammenofen gefrischt und unter Walzwerken ausgewalzt wird, oder wo überhaupt auch nur das Auswalzen der auf irgend eine Weise dargestellten Kolben Statt findet, bedarf es der Zwischenarbeit der gröbern Stabeisenbereitung gar nicht; sondern, wie schon weiter oben bemerkt wurde, es werden die Kolben alsdann in einer Hitze zu Bandeisen, Schneideeisen oder Façoneisen verarbeitet. Man wendet in diesem Falle nur kleinere Kolben an, und bringt diese unmittelbar von den Quadrat- und Flacheisenwalzen unter das Schneidewerk, oder von den Quadrateisenwalzen unter das Band- und Façoneisen-Walzwerk. Am vortheilhaftesten sind zu dem Ausrecken der feinern Eisensorten die dreitheiligen Walzwerke, s. Fig. 5—7, Taf. 6. Hier ist indeß von der Methode der Verfeinerung der gröbern Eisensorten die Rede.

Die leichten Hämmer zum Ausstrecken des Eisens nennt man, nach der darunter zu schmiedenden Eisensorte, Reckhämmer, Bandhämmer, Zainhämmer, Fig. 5 u. 6, Taf. 5. Die Bahnen im Hammer und Amboß sind durch Gesenke eingelassen und können leicht ausgewechselt werden, so daß man dem Eisen unter einem und demselben Hammer eine sehr verschiedenartige Gestalt geben kann. Zylindrische Stäbe verlangen eine zylindrische Aushöhlung der Hammer- und Amboßgesenke, halbrundes Eisen eine zylindrische Aushöhlung des einen Gesenkes; Kartätschkugeln eine halbkugelförmige Aushöhlung beider Gesenke ꝛc. ꝛc.

Je schmäler die Bahnen sind, desto stärker reckt und streckt der Hammer das Eisen, und desto stärker geht die Arbeit; indeß dürfen die Bahnen nicht schmäler seyn, als die Breite des auszuschmiedenden Band- und Reckeisens beträgt, und nur bei Anfertigung des Krauseisens kann die Bahn schmäler seyn. Bei

jenem müssen die Flächen, bei diesem die Einkerbungen genau rechtwinklich gegen einander stehen. Hammer- und Amboßbahnen müssen sehr sorgfältig aus gutem, nicht zu hartem, aber gut gehärtetem Stahl angefertigt und die Flächen gut abgeschliffen werden.

Je geschwinder der Hammer geht, desto längere Enden können bei einer Hitze ausgereckt werden, und desto geringer sind also Eisenverbrand, Zeit- und Kohlenaufwand. Die Hammerhülse darf nicht zu kurz seyn, um die Bahn recht genau auf die des Amboßes stellen zu können. Das Verhältniß der beiden Hebelarme macht man nicht gern größer als 6 zu 1, weil der Hammer sonst nicht genau gekeilt werden kann; die nöthige Geschwindigkeit sucht man deßhalb lieber durch größere Wellkränze, in welchen sich die Hebedaumen befinden, zu erhalten.

Das Glühen des auszureckenden Eisens geschieht gewöhnlich in einer Schmiedeesse, bei Holz- oder Steinkohle, und kann auch bei guter Torfkohle geschehen. Der Flammenöfen kann man sich nicht mit Vortheil bedienen, da das Schmieden zu langsam geht. Bei diesem Wärmen muß das Eisen dem Windstrome nicht ausgesetzt, sondern immer über dem Winde gehalten werden. Das Feuer muß man, um so wenig als möglich Kohlen zu verbrennen, recht eng geschlossen halten, weßhalb es gut ist, das Feuer mit einem Gewölbe zu versehen. Bei der Anwendung von Steinkohlen sind die backenden vorzuziehen. Da das Eisen nicht bis zur Schweißhitze gebracht wird, so darf keine Verschlackung desselben Statt finden, und der ganze Eisenabgang muß sich auf den Glühspan beschränken.

Sehr vortheilhaft zum Glühen der auszuschmiedenden feinern Eisensorten sind die backofenartigen Glühöfen (Taf. 10, Fig. 10 und 11), welche mit einem Roste versehen sind, auf welchem die Kohlen durch natürlichen Luftzug in Gluth erhalten werden. Das Eisen, welches eine starke Rothglühhitze erhalten soll, liegt unmittelbar auf den Kohlen. Die vordere Arbeitsöffnung, durch welche die Kohlen und das Eisen in den Glühraum gebracht werden, und aus welcher das glühende Eisen wieder herausgenommen wird, läßt sich durch eine vor derselben angebrachte Hängethür, nach Umständen, mehr oder weniger verschließen. Bei der An-

wendung von Steinkohlen läßt man diese erst abflammen, ehe man das Materialeisen einträgt. Dieses besteht gewöhnlich aus 3 Fuß langen und 5/4 bis 1½ Zoll dicken Quadratstäben (Prügel-, Zagel-, Knoppereisen), welche zuerst in der Mitte geglüht und ausgereckt werden, worauf das Ausrecken der beiden Kolben erfolgt. Jeder Stab erhält daher wenigstens drei Hitzen. Der Schmied sitzt auf einer beweglichen Bank quer gegen den Hammer, und faßt das auszureckende Eisen zuerst mit einer Zange, und dann mit den bloßen Händen. 5—6 Stäbe oder Kolben befinden sich immer zugleich im Feuer, um nach und nach angewärmt zu werden, welches Geschäft ein Gehülfe besorgt, der auch die Stäbe auf einem Ambosse gerade richtet.

Man unterscheidet gewöhnlich drei Sorten: Kraus- oder Zain-, Band- und Reckeisen: nämlich feines, Mittel- und ordinäres, welche in Bunde von einem gewissen, an verschiedenen Orten verschiedenem Gewichte eingebunden werden.

Der Brennmaterialienaufwand für 1 Zentner Reckeisen darf nicht mehr als 8 rheinl. Kubikfuß Holz- und Torfkohlen, und 0,9 Kubikfuß Steinkohlen betragen. Der Eisenabgang darf 5 Prozent nicht übersteigen; er beträgt bei den gröbern Sorten nur 1½ bis 2½ Prozent.

Die Langsamkeit des Ausreckens unter dem Hammer, die Nothwendigkeit des wiederhohlten Glühens der Stäbe, der Eisenabgang, der bedeutende Kohlenverbrauch, und die Schwierigkeit, feines Reckeisen recht schön und egal zu erhalten, gaben zuerst die Veranlassung, das feine Eisen auszuwalzen, und die vom Walzwerke erhaltenen flachen und dünnen Platinen unter einem Schneidewerke in mehrere Quadratstäbe zu zerschneiden, welche das Krauseisen gänzlich ersetzen.

Zur Verarbeitung unter den Walz- und Schneidewerken wird häufig flaches Eisen angewendet, weil man bei der Anwendung von Quadratstäben genöthigt ist, den Flachwalzen mehr Einschnitte zu ertheilen, um es nach und nach zu der erforderlichen Dicke auszuwalzen. Das Flacheisen hat beinahe schon die Breite, als die zu zerschneidende Platine haben muß; allein es ist dicker, und wird unter den Flachwalzen bis zu der erforderlichen Stärke ausgestreckt. Sehr vortheilhaft wendet man zum

Ausrecken des Flacheisens zu den Schneidewerken, so wie auch des gewöhnlichen Bandeisens, ganz ebene Walzen ohne Kaliber, wie Fig. 6, Taf. 8, zeigt, an. Jedoch müssen sie, um Eisen von verschiedener Stärke zu erlangen, nur zweitheilig, zum Stellen eingerichtet und mit Gegengewichten versehen seyn. Wo man Kolben anwendet, muß das Schneidewerk mit einem Stabeisenwalzwerke in Verbindung gebracht werden, um bei einer Hitze das Eisen auswalzen und zerschneiden zu können, welches allerdings die vortheilhafteste Art der Fabrikation ist. Je größer die Anzahl der Stäbe ist, in welche die Platine zerschnitten werden kann, desto rascher geht die Arbeit, desto mehr Schneiden muß aber auch das Walzwerk haben, denen man aber nicht mehr die gehörige Festigkeit geben kann.

Ein Schneidewerk besteht aus einer Reihe von abwechselnden kleinern und größern stählernen, oder eisernen und verstählten Scheiben und Schneiden, welche auf geschmiedeten eisernen Spindeln befestigt sind. Um die Schneiden zu befestigen und in ihrer Lage zu erhalten, bringt man zwischen dieselben sogenannte Mittelscheiben an, die kleiner als die Scheiben sind, und ebenfalls über die Spindel geschoben werden. Die Stärke der Schneiden und der zwischen denselben bleibende Zwischenraum sind der Breite des zu zerschneidenden Eisens gleich. Wollte man z. B. Schneideisen von $^3/_4$ Zoll Breite und $^1/_4$ Zoll Stärke anfertigen, so muß man $^1/_4$ Zoll starke Platinen und ein Schneidewerk anwenden, dessen Schneiden und Mittelscheiben $^3/_4$ Zoll stark sind.

Man gibt den Mittelscheiben, welche bloß dazu dienen, die Zwischenräume zwischen den Schneiden zu bilden, einen Durchmesser von 6 bis 8, und den Schneiden einen von 10 bis 12 Zollen, und läßt die letztern etwa $^3/_4$ Zoll in die Zwischenräume greifen, so daß Schneiden und Scheiben noch $1^1/_2$ Zoll von einander entfernt sind, welcher Zwischenraum aber nöthig ist, weil in die durch die Mittelscheiben gebildeten Kaliber, sowohl auf der obern, als auf der untern Welle, noch Abstreifmeißel (Brillen) greifen müssen, um das geschnittene Eisen von den Mittelscheiben abzustreifen, und das Umwickeln desselben zu verhindern. Kleinere Scheiben lassen sich genauer und besser anfertigen; in größeren zieht sich das geschnittene Eisen weniger krumm, auch fördern sie die Arbeit mehr.

Die Anzahl der Schneiden richtet sich, bei vorhandener Kraft, nach der Breite des zu schneidenden Eisens. Es müssen nämlich bei jedem Schneidewerke Sätze von Schneiden und Scheiben von eben so verschiedener Stärke, als verschiedene Dimensionen von der Breite des zu schneidenden Eisens üblich sind, vorhanden seyn. Breiter als 5 Zoll pflegt man die Platinen nicht unter das Schneidewerk zu bringen, weil die aus sehr vielen Schneiden und Scheiben zusammengesetzten Schneidewerke nicht mit der erforderlichen Genauigkeit auf den Spindeln befestigt werden können. Soll also die Breite des zu zerspaltenden Eisens, bei einer Breite der Platine von 5 Zoll, einen Zoll betragen, so muß die Platine zu fünf Stäben zerspalten werden. Dazu sind drei Zwischenräume an der obern, und zwei an der untern armirten Welle erforderlich. Um die drei obern Zwischenräume zu bilden, sind vier Schneiden und drei Mittelscheiben, eine jede von der Stärke eines Zolles, erforderlich, und zu den beiden untern Zwischenräumen drei Schneiden und zwei Mittelscheiben. Die Anzahl der Scheiben wird also immer unpaar seyn, und man theilt gewöhnlich der obern Welle die Mehrzahl zu. Man zertheilt oder zerspaltet die Platinen daher immer in 5, 7, 9 ꝛc. Stäbchen. Zusammengehalten werden die Schneiden und Scheiben auf jeder Spindel durch ein Paar Seitenscheiben, welche selbst ihre Befestigung auf der Welle oder Spindel, oder auf eine sehr verschiedenartige Weise erhalten können.

In Fig. 11, Taf. 6, sind zwei armirte Spindeln in der gehörigen Stellung, wie sie in einander greifen, dargestellt. Die Schneiden und Scheiben sind mit Nuten versehen, welche mit ähnlichen Nuten an den Spindeln korrespondiren, und durch eingeschobene eiserne Keile oder Bolzen die Befestigung der Schneiden und Scheiben an den Spindeln bewirken. Die Seitenscheiben b, b erhalten ihre feste Lage dadurch, daß sie gegen eine auf der Welle scharf abgedrehte Erhöhung k k geschoben werden. Alsdann schiebt man abwechselnd die Schneiden und die Scheiben auf die Wellen, keilt sie fest, nachdem jedes Mahl über eine Scheibe (sowohl auf der untern als auf der obern Spindel) ein Abstreifeisen (Brille) gelegt worden ist, und schiebt zuletzt die Seitenscheiben d, d auf, welche ebenfalls verkeilt werden, und welche

die Bestimmung haben, die sämmtlichen Schneiden und Scheiben zusammen zu halten. Um jedoch das Ausweichen nach der Seite zu verhüthen, sind in jeder Spindel Schraubenlöcher angebracht, in welchen eben so viele Mutterschrauben o, o befestigt sind, durch welche wieder Seitenziehschrauben p, p gesteckt werden, welche gegen die Seitenscheiben d drücken, und auf diese Weise die Schneiden und Scheiben mit ihren Brillen fest zusammenhalten. g, g sind die abgedrehten Zapfen der Spindeln, mit welchen sie in den für sie bestimmten Lagern im Gerüste liegen, und h, h sind die Verlängerungen der Zapfen zum Ankuppeln an die Getriebewelle ꝛc. Spindeln, Scheiben und Schneiden sind von geschmiedetem Eisen, letztere an den Rändern wohl verstahlt und blau angelassen. Das Gerüst, in welchem die armirten Spindeln liegen, ist ein Ständergerüst, so wie wir es weiter oben bei den Stabeisenwalzwerken kennen gelernt haben; allein die Kappen oder Sättel können leicht abgenommen werden, um die armirten Spindeln leicht auszuwechseln. Eben so wie bei den Stabeisenwalzwerken ist auch eine Vorlage angebracht, um die zu zerschneidende Platine zu führen und in einer geraden Richtung zu halten. Beide Spindeln sind, wie bei den Walzwerken, zusammengekuppelt.

Die Arbeit unter dem Walz- und Schneidewerke ist sehr einfach. Das fast bis zur Weißglühhitze erwärmte Materialeisen wird unter dem Streckwerke, Fig. 6, Taf. 6, zu der verlangten Stärke, und so lang als möglich (bis zu 40 Fuß Länge) ausgestreckt, und die fertigen Platinen werden alsdann, wenn sie aus dem Walzwerke kommen, also bei derselben Hitze, unter das Schneidewerk gebracht, und beim Durchgange durch die Schneiden zerspalten. Die zerspaltenen Stäbchen müssen in dem Augenblicke, wo sie zwischen den Schneiden zum Vorscheine kommen, mit einem Haken aufgefangen und zusammengehalten werden.

Das Glühen des Materialeisens geschieht entweder in Flammen- oder in Glühöfen, da die Schmiedeessen bei Walz- und Schneidewerken jetzt wohl kaum mehr gebräuchlich sind. Die Einrichtung der Glühöfen mit einem besondern Glühherde, auf welchem das Eisen die Glühhitze durch die Flamme des auf dem Roste verbrennenden Brennmaterials (Holz, Steinkohlen, Braun-

kohlen, Torf) empfängt (Flammenöfen), ist von der Einrichtung der gewöhnlichen Flammen- oder Schweißöfen gar nicht verschieden. (S. Fig. 12 und 13, Taf. 6.) Der ganze Unterschied besteht nur darin, daß man kleinere Roste im Verhältnisse zur Herdfläche, und engere Füchse anwendet, welche man mit Schiebern versieht, um sie ganz zu schließen, oder mehr und weniger zu eröffnen. Das Eisen muß gewöhnlich nur eine starke Rothglühhitze erhalten, indem eine Schweißhitze gewöhnlich gar nicht erforderlich, häufig sogar nachtheilig ist. Die Fuchsöffnung sollte aber niemahls oben im Gewölbe, oder in einer von beiden Seitenmauern, sondern stets unten auf der Herdsohle angebracht seyn, damit der Herd gehörig erhitzt werden kann, und die Flamme nicht längs dem Ofengewölbe wegstreicht. Dagegen macht man die Feuerbrücken gern hoch, damit der Luftstrom (welcher häufig noch viel unzersetzte atmosphärische Luft enthält) das zu glühende Eisen nicht unmittelbar treffen kann. Wenn keine bedeutend starke Hitze erfordert wird, so reicht eine 30 Fuß hohe Esse schon vollkommen hin. Die Öffnung zum Einsetzen des kalten- und zum Herausnehmen des glühenden Eisens wird häufig nicht an der Seite, sondern dem Roste gegenüber angebracht, so daß die Flamme, bei dem successiv erfolgenden Herausnehmen und Verarbeiten des glühenden Eisens, nicht durch den Fuchs, sondern durch die Öffnung abgeleitet wird, welche aber in jedem Falle mit einer gut schließenden und leicht verschiebbaren Thür versehen seyn muß. Der Fuchs mündet in diesem Falle entweder oben im Gewölbe des Ofens ein, oder der Ofen hat zwei Füchse, die zu beiden Seiten der Thüre in den Seitenmauern oder an der Herdsohle des Ofens liegen, und sich in einer Esse vereinigen. Die Dimensionen des Ofens hängen von der Größe und Wirksamkeit des Walz- und Schneidewerkes ab. Das zu glühende Eisen legt man nicht unmittelbar auf den (aus feuerfesten Ziegeln oder auch nur aus Sand bestehenden) Glühherd, sondern auf Unterlagen von Gußeisen oder von feuerfesten Ziegeln, damit es hohl liegt und auf der untern Fläche erhitzt werden kann. Das Gewölbe des Ofens muß, besonders wenn die Feuerung mit Holz geschieht, möglichst niedrig seyn.

Ungleich zweckmäßiger und mit weit größerer Ersparung an

Eisen und Brennmaterial als bei den Flammenöfen sind die schon oben erwähnten und in Fig. 10 und 11, Taf. 5, abgebildeten Glühöfen, bei welchen das Eisen unmittelbar auf den unter einem backofenartigen Gewölbe auf einem Roste, und durch natürlichen Luftzug unter dem Roste verbrennenden Kohlen liegt. Es lassen sich bei diesen Ofen zwar auch vortheilhaft Holzkohlen anwenden, nur müssen die Roststäbe dann nahe an einander gerückt werden; allein am vortheilhaftesten ist die Anwendung der Steinkohlen oder der Koaks aus Backkohlen. Das Materialeisen liegt unmittelbar auf brennenden Kohlen, und die Öffnung in der vordern Wand des gewölbten Raumes dient sowohl zum Hineinlegen und Herausnehmen des Materialeisens, als zum Eintragen der Kohlen und zum Auslassen des Rauches und der Flamme, weßhalb der Ofen zur Ableitung derselben unter einer Esse stehen muß. Je niedriger das Gewölbe geführt wird, desto mehr Wirkung müssen die Kohlen natürlich leisten. Auch der Glühverlust ist in diesen Öfen nicht so bedeutend als in den eigentlichen Flammenöfen.

Wenn die Arbeit ihren Anfang nehmen soll, muß der Flammenofen vorher stark abgewärmt seyn, und den zur Erhitzung der Stäbe erforderlichen Glühgrad erhalten haben. Dann legt man so viel Stäbe neben einander auf die Brücke, als auf dem Walz- und Schneidewerke demnächst schnell verarbeitet werden können, welches die Erfahrung bestimmen muß. Die Füchse werden durch den Schieber so weit geöffnet, als nöthig ist, um die Stäbe schnell bis zur anfangenden Weißglühhitze zu bringen, worauf man sie ganz dicht verschließt, und einen Schlitz neben der Arbeitsthüre öffnet, um den Rauch langsam abziehen zu lassen. Der Luft wird durch Verschließung des Aschenfalles, jedoch nie durch Öffnen des Schürlochs, oder der zum Einbringen des Brennmaterials auf den Rost vorhandenen Thüre, gemäßigt, die Arbeitsthür so wenig als möglich geöffnet, nach dem Herausnehmen eines Stabes jedes Mahl wieder herunter gelassen, und ein Stab nach dem andern aus dem Ofen genommen, und unter das Walz- und Schneidewerk gebracht. Weil durch den schwachen Luftzug und durch das wiederhohlte Öffnen der Arbeitsthüre die Temperatur im Ofen immer mehr und mehr abnimmt, so kann nur eine gewisse Quantität von Stäben gleichzeitig eingelegt

werden, wenn die letzten Stäbe nicht zu kalt werden sollen. Die Dicke der Stäbe, also die anzufertigenden Sorten von geschnittenem Eisen, und der Effekt des Walz- und Schneidewerks müssen folglich bestimmen, wie viel Stäbe zu gleicher Zeit zum Glühen eingelegt werden können. Sind alle Stäbe verarbeitet, so werden eben so viele neue eingelegt, der Fuchs wird wieder geöffnet, der Luftzutritt zum Roste durch Öffnung des Aschenfalles befördert, der Schlitz neben der Arbeitsthüre geschlossen, und eine möglichst starke Hitze gegeben ꝛc. Während dieser Zeit ruht das Walz- und Schneidewerk, und die Pause wird von den Arbeitern benützt, um das geschnittene Eisen durchzusehen und zu sortiren. Je schneller die Hitze gegeben werden kann, und je mehr der Luftzug beim Auswalzen und Schneiden verhindert wird, desto vortheilhafter ist der Gang der Arbeit. Ohne Unterbrechung fortzuarbeiten, um die herausgenommenen glühenden Stäbe jedes Mahl durch kalte zu ersetzen, welche sich wieder erwärmen sollen, ist aus einleuchtenden Gründen ein fehlerhaftes und höchst tadelnswerthes Verfahren. Leistet aber das Walz- und Schneidewerk einen so großen Effekt, daß sich die Pausen oft einstellen würden, so ist es vortheilhafter, zwei Flammenöfen im Betriebe zu haben, um die Arbeit unter dem Walz- und Schneidewerke mit geringern Unterbrechungen fortgehen lassen zu können.

Noch einfacher ist die Arbeit in den Glühöfen, indem nach erfolgtem Abflammen der Steinkohlen jedes Mahl so viel Materialeisen auf die in Gluth befindlichen Kohlen gebracht wird, als sich zufolge der gemachten Erfahrung in einer Hitze, ohne frische Kohlen aufzutragen, unter dem Bandeisenwerke ausrecken, und unter dem Schneidewerke schneiden läßt. Der Ofen wird dann wieder mit frischen Kohlen besetzt ꝛc.

Bei einer vollkommenen Arbeit, bei guten Einrichtungen und bei einer guten Beschaffenheit des Materialeisens sollte der Eisenabgang bei den Walz- und Schneidewerken nicht über 1 Prozent betragen.

Wie vortheilhaft es übrigens ist, das Kolbeneisen nicht erst zu groben Stäben, und dieses dann wieder durch eine besondere Arbeit zu Band-, Schneide- und Façoneisen umzuarbeiten, sondern diese feinen Eisensorten unmittelbar aus den Kolben dar-

zustellen, bedarf keiner Erwähnung. (Karsten, Eisenhüttenkunde, IV., §. 1267 ꝛc.)

Zugutemachung der Stabeisenabgänge und des alten Stabeisens. — Bei der Verarbeitung des Stabeisens zu Blechen, Drath, Nägeln, Schaufeln und andern Fabrikartikeln fallen viele Abgänge ab, welche für sich nicht benützt werden können, sondern wieder zu einer Masse vereinigt werden müssen, um diese wieder zu Stäben ausstrecken zu können. An mehreren Orten wird auch das alte Stabeisen gesammelt und von den Fabrikbesitzern angekauft, um es zu Stäben umzuarbeiten. Die Benützung der Abgänge und des alten Eisens findet entweder durch wirkliches Umschmelzen in Herden, bei Holzkohlen, oder durch bloßes Zusammenschweißen des in Pakete (ramasse, daher in Frankreich auch das aus altem Eisen ꝛc. zusammengeschweißte Eisen Ramaßeisen genannt wird) zusammengelegten Eisens Statt. Das letzte Verfahren ist das zweckmäßigere. Durch das Umschmelzen in Herden wird das Stabeisen in den roheisenartigen Zustand zurückgeführt, und erleidet daher einen großen Gewichtsverlust, erfordert auch viel Holzkohlen. Gewöhnlich wendet man dabei auch zugleich Roheisen an, und verbindet die Benützung des alten Eisens und der Eisenabfälle mit der Roheisenfrischarbeit. An einigen Orten sucht man die Eisenabfälle, in dem Augenblicke, wenn die Luppe im Frischherde gaar eingegangen ist, an der Luppe anzuschweißen. Dieses Verfahren ist zwar sehr gut, weil es wenig Eisenverlust und Kohlenverbrauch nach sich zieht; allein es gestattet keine große Ausdehnung, weil jedes Mahl nur eine sehr geringe Menge Eisen in den Herd gebracht werden kann. Ungleich empfehlenswerther ist das Verfahren, das alte Eisen und die Eisenabfälle, bei dem Frischprozesse in Flammenöfen, in dem Augenblicke auf den Flammenherd zu bringen, wenn das Feineisen sich zu erweichen anfängt, worauf noch einmahl starkes Feuer gegeben, und dann zum Zertheilen, Aufbrechen, Kehren und Wenden des eingeschmolzenen Eisens geschritten wird. Zu einer solchen Anwendung ist aber nicht immer Gelegenheit vorhanden, und man ist häufig auf die Benützung des alten Eisens durch Zusammenschweißen beschränkt. Dieses geschieht jetzt in England in den oben bei der Südwalliser Frisch-

arbeit erwähnten Schweißöfen, die mit Koaks geheizt werden, und denen die zur heftigen Verbrennung erforderliche Luft durch ein Gebläse zugeführt wird. Das Zusammenbringen der Eisenabfälle in Pakete erfordert indeß einige Übung; auch müssen sie immer so fest als möglich durch Blechstreifen oder andere eiserne Bänder zusammengebunden werden. Die fertig gebundenen Pakete kommen zuerst in den zum Ausglühen bestimmten Raum, werden dann auf gebreitete Eisenstangen gelegt, und mit denselben in den Schweißofen geschoben. (Karsten, Eisenhüttenk. IV. §. 1257 ꝛc.)

Benützung der Eisenfrischschlacken. — Die Eisenfrischschlacken sind reicher als die mehrsten Eisenerze, denn sie enthalten 40 bis 50 Prozent Eisen. Weil beim Verfrischen von 100 Theilen Roheisen wenigstens 30 Theile Schlacken abfallen, die bei dem Frischprozeß nicht wieder benützt werden, so gehen von dem Roheisen, welches dem Frischprozesse übergeben wird, wenigstens 15 Prozent Eisen ganz verloren. Berechnet man diesen Verlust auf die vielen Hunderttausende von Zentnern Roheisen, die jährlich verfrischt werden, so muß der jährliche Verlust an Eisen in den Frisch- und Luppenschlacken sehr bedeutend erscheinen. Man ist schon längst darauf aufmerksam gewesen, die Frischschlacken zu benützen; allein der Erfolg hat den Erwartungen nicht entsprochen, weil ungleich ärmere Eisenerze, ungeachtet der Gewinnungskosten, die sie veranlassen, doch mit größerem Vortheile, d. h. mit einem ungleich geringern Kohlenverbrauch, verarbeitet werden konnten, als die reichern und fast ganz kostenlosen Frischschlacken. Die Benützung in den Rennherden fiel, wegen des geringen Ausbringens an Eisen aus den Schlacken, und wegen des außerordentlich großen Kohlenverbrauchs, so unvortheilhaft aus, daß man auch an den wenigen Orten, wo man die Benützung versuchte, sehr bald wieder davon abstand. Eine Erhöhung der Herde, und eine Art von Stückofenwirthschaft gab eben so ungünstige Resultate, obgleich noch jetzt in Schweden sogenannte Schlackenöfen vorhanden sind, welche aus einem gewöhnlichen, mit Kohlenlösche ausgeschlagenem Herde (Luppenherde oder Rennherde) bestehen, auf welchen ein kleiner, 6 Fuß hoher, gemauerter Schacht gestellt ist. In diesem Ofen wird die

Schlacke, bei einem sehr reichlichen Verhältnisse zu den Kohlen, niedergeschmolzen, und die auf dem Boden des Herdes sich bildende Luppe vorn auf der Arbeits- und Schlackenseite des Herdes ausgebrochen. Der größte Theil der Frischschlacke wird aber als solche wieder abgestochen und aus der Schlackenöffnung abgelassen, indem das Eisen nicht zur Reduktion gelangt.

Ein anderer Umstand, welcher der allgemeinen Benützung der Frischschlacke hinderlich ist, besteht darin, daß sich in derselben der größte Theil des Phosphorgehalts des Roheisens, bei dessen Verfrischung die Frischschlacke entstanden ist, als Phosphorsäure, in Verbindung mit dem oxydirten Eisen, ansammelt. Diese Verbindung der Phosphorsäure mit dem oxydirten Eisen gelangt ungleich leichter zur Reduktion, als das mit der Kieselerde verbundene oxydirte Eisen. Deßhalb wird man auch von den Frischschlacken, als Zusatz zur Beschickung beim Betriebe der Schmelzöfen, nur mit großer Vorsicht Gebrauch machen können. Wo das Roheisen zu Gußwaaren angewendet wird, da fällt dieses Hinderniß jedoch weg. Die einzige vortheilhafte Art, den Frischschlacken den Eisengehalt zu entziehen, besteht nämlich darin, sie bei dem Betriebe der Schmelzöfen mit in die Gattirung zu bringen, zugleich aber auch die Beschickung strengflüssiger zu machen. In niedrigen Öfen wird aber dennoch die Reduktion des oxydirten Eisens in den Frischschlacken sehr unvollkommen geschehen, und es wird ein großer Theil des oxydirten Eisens in die Hochofenschlacke wieder übergehen, so daß bei dem gaarsten Gange dunkel gefärbte Schlacken und weißes Roheisen entstehen können. Nur in hohen Schmelzöfen und bei strengflüssigen Beschickungen wird es möglich seyn, den Eisenfrischschlacken den Eisengehalt abzugewinnen; indeß scheint mit der Benützung derselben doch kein wesentlicher Vortheil verbunden zu seyn, besonders wenn das Roheisen zum Verfrischen bestimmt ist, und man daher darauf Rücksicht zu nehmen hat, nicht mehr Phosphor in das Roheisen zu bringen, als die Eisenerze selbst schon enthalten. Die Leichtflüssigkeit der Schlacken steht mit der Reduzirbarkeit des an Kieselerde gebundenen oxydirten Eisens in einem so ungünstigen Verhältnisse, daß sich daraus das unvortheilhafte Verhalten der Eisenfrischschlacken in niedrigen Öfen und bei nicht absichtlich

darauf eingerichteten Beschickungen, sehr leicht erklärt. (Karsten's Eisenhüttenkunde, IV. Bd. §. 1264 ꝛc.)

Karl Hartmann.

Elfenbeinarbeiten.

Unter dem Nahmen Elfenbein werden bekanntlich die Stoßzähne des Elephanten verarbeitet, welche manchmahl bis zu 7 Fuß lang, an der Wurzel gegen 7 oder 8 Zoll dick, und bei 120 Pfund schwer sind. Der Theil zunächst der Wurzel ist mehr oder weniger hohl, die Spitze dagegen auf eine gewisse Länge massiv. Die Höhlung ist bei Zähnen von jungen Thieren verhältnißmäßig beträchtlicher als bei alten. Die afrikanischen Elephantenzähne sind größer, aber meist von geringerer Schönheit und Güte, als die ostindischen. Man schätzt beim Einkaufe vorzüglich solche Zähne, welche dick, nicht zu sehr krumm, wenig hohl, ohne Sprünge oder Risse, und auf einer frisch abgeschabten Stelle recht weiß sind.

Die Substanz des Elfenbeins ist von der Natur der Knochen; sie besteht nämlich, gleich diesen, aus einem von kohlensaurem und phosphorsaurem Kalke gebildeten (beiläufig drei Viertel des Ganzen ausmachenden) Skelette, dessen feine Zwischenräume mit Knorpelsubstanz ausgefüllt sind. Man unterscheidet indessen das Elfenbein von den Knochen sehr leicht durch das eigenthümliche halbdurchscheinende Netz von verschobenen Vierecken, welches man immer bemerkt, wenn das Elfenbein quer auf die Richtung seiner Fasern zerschnitten wird. Seine angenehme weiße Farbe, sein feines und dichtes Gefüge, seine Härte und Elastizität, endlich die Fähigkeit, eine schöne und dauerhafte Politur anzunehmen, machen das Elfenbein zur Darstellung vieler Gegenstände sehr schätzbar. Es ist nicht ganz so hart als Knochen, aber auch weniger spröd, läßt sich in allen Richtungen gleich leicht und glatt bearbeiten, hat aber den doppelten Fehler, daß es beim Austrocknen oft sich wirft, verzieht oder gar zerreißt, und daß es mit der Zeit seine weiße Farbe in eine schmutziggelbe verändert.

Mehrere andere Arten von Zähnen werden gleich den Stoßzähnen der Elephanten verarbeitet, und daher öfters unter dem

Nahmen Elfenbein mit begriffen, zum Theil auch mit dem wahren Elfenbeine verwechselt. Hierzu gehören (außer den Backenzähnen von Elephanten und Pferden, woraus man selten kleine Gegenstände verfertigt) die Mammuthzähne, die Zähne des Flußpferdes, des Wallrosses und des Narwalls. Die fossilen Stoßzähne des Mammuth gleichen den Elephantenzähnen, sind aber bis zu 10 und 12 Fuß lang, und kommen unter dem Nahmen gegrabenes Elfenbein in den Handel. Die schönsten findet man in Sibirien. Die Hauzähne des Fluß- oder Nilpferdes sind sichelförmig, 1½ bis 2 Fuß lang, 5 bis 7 Pfund schwer, am dickern Ende hohl, äußerlich plattgedrückt und der Länge nach gefurcht. Ihre Härte ist sehr bedeutend, die Farbe schön weiß und an der Luft beständiger als die des Elfenbeins. Die Wallroßzähne, von geringerer Krümmung als die Flußpferdzähne, haben ebenfalls bei 2 Fuß, und manchmahl darüber in der Länge, 5 bis 10 Pfund im Gewichte, eine plattgedrückte Gestalt, äußerlich einige Längenfurchen, und innerlich an der Wurzel eine Höhlung, welche ungefähr bis auf zwei Drittel der Länge reicht. Durchschnitten zeigen sie im mittlern Theile weiße Adern auf gelblichem Grunde, während das Übrige gleichförmig weiß ist. Die Narwallzähne sind dünn, ganz gerade, gewöhnlich 6 bis 10 Fuß, manchmahl aber sogar bis 20 Fuß lang, konisch, äußerlich schraubenförmig gewunden. Man verarbeitet sie jetzt weniger als ehemahls.

Zur Verarbeitung des Elfenbeins werden im Allgemeinen die nähmlichen Werkzeuge und Verfahrungsarten in Anwendung gesetzt, welche im Artikel Beinarbeiten (Bd. II. S. 3—7) für die Bearbeitung der Knochen angegeben worden sind. Wenige Bemerkungen werden daher den Gegenstand erschöpfen. Das Zerschneiden größerer Stücke geschieht mittelst der Säge, welche aus einer breiten Uhrfeder verfertigt, mit feinen Zähnen versehen, übrigens wie eine Holzsäge geschränkt und in einem hölzernen Gestelle eingespannt ist. Das Elfenbein wird beim Zerschneiden in der Zwinge einer Hobelbank oder im Schraubstocke festgehalten. Hat man Flußpferd- oder Wallroßzähne zu zertheilen, so ist es gut, voraus in der Richtung des beabsichtigten Sägenschnittes eine Linie mit der dreieckigen Feile einzustreichen, weil

sich auf der äußersten harten Rinde (dem Email) der Zähne die Säge zu sehr abstumpfen würde. Feine Umrisse und Durchbrechungen werden, wie bei Metall, mit der Laubsäge ausgeschnitten, manchmahl auch (in sehr dünnen Blättern) mittelst Ausschlageisen oder mittelst Schneidrädern hervorgebracht (vergleiche Bd. II. S. 5). Breite und lange Flächen ebnet man mit Hülfe eines kleinen Hobels, dessen Eisen mehr steil gerichtet ist, als die Eisen der für Holz bestimmten Hobel, weil das Behobeln des Elfenbeins vielmehr ein Abschaben desselben ist. Raspeln, Feilen (am besten grobe einhiebige), Drehstähle (die nähmlichen, welche man beim Drechseln von Messing gebraucht, auchRänderir-Räder), verschiedengeformte Stecheisen, Messer (zum Beschaben und Beschneiden), Bohrer (Löffelbohrer, auf der Drehbank zu gebrauchen) sind die übrigen Werkzeuge, welche zur Verfertigung der mannigfaltigsten Gegenstände aus Elfenbein gebraucht werden. Hierbei kommt es, wegen des hohen Preises, in welchem daß Elfenbein steht, immer wesentlich darauf an, mit dem Materiale so sehr als möglich zu sparen, und man vermeidet aus diesem Grunde gerne jedes Verfahren, wodurch ein Theil in Späne verwandelt würde, den man als ganzes Stück abtrennen könnte. So wird bei der Verfertigung einer zylindrischen Büchse auf der Drehbank zuerst in der Achse des Elfenbeinstücks ein Loch gebohrt, durch dieses ein schlanker Hakenstahl eingebracht, mit demselben im Grunde des Loches rund herum ein Falz ausgedreht, hierauf aber ein Spitzstahl angesetzt, und damit bis auf den erwähnten Falz eingestochen. Es fällt auf diese Weise ein hohler Zylinder ab, der noch zu anderen Zwecken nützlich gebraucht werden kann. Durch ein ähnliches Verfahren gewinnt man, wenn aus einem zylindrischen Elfenbeinstücke eine Kugel (ein Billardball) gedrechselt werden soll, zwei Ringe, welche man an den Enden des Zylinders absticht und aufbewahrt, um sie zum Einfassen von Büchsen oder dergleichen zu benützen (vergl. S. 408 im IV. Bde.). Es versteht sich von selbst, daß man hohle Gegenstände, so weit es angeht, aus dem hohlen Theile der Elephantenzähne verfertigt.

Die Vollendung der durch Drechseln, Feilen, Schaben rc. hergestellten Elfenbeinarbeiten geschieht durch Schleifen und Poliren. Zum Schleifen wird zuerst nasser Schachtelhalm angewen-

det, sodann aber geschlämmter Bimsstein, welchen man mit Wasser auf Tuch oder Filz aufträgt. Ist die Oberfläche der Stücke verziert, so überreibt man sie mit einer nassen Bürste, auf welche man das feine Bimssteinpulver gestreut hat. Das Poliren geschieht mittelst geschlämmten Tripels und Seife auf einem trockenen Tuchlappen, oder mit geschlämmter Kreide und einem in Seifenwasser getauchten Leinwandläppchen. Bei verzierter Arbeit bedient man sich einer Bürste statt des Lappens. Zuletzt spült man die Stücke mit Wasser ab, und reibt sie, getrocknet, mit einer reinen Bürste.

Die Gegenstände, welche aus Elfenbein verfertigt werden, sind sehr zahlreich und verschiedenartig. Dünne Platten aus demselben werden allgemein zu Miniatur-Gemählden von kleinerem Umfange angewendet (Mahlerplatten). Man schneidet sie mit der Säge aus dem massiven Theile der Elephantenzähne, und schleift sie mit Bimssteinpulver ab. Die größten haben 5 Zoll im Quadrat oder 7 bis 8 Zoll Länge bei $3^1/_2$ bis 4 Zoll Breite. Aus Elfenbein werden ferner mit den Werkzeugen und Handgriffen des Bildhauers mannigfaltige Kunstwerke, als Figuren, Gefäße u. s. w. verfertigt (s. Artikel Bildhauerei im II. Bande, S. 174); ein Produkt, das hier insbesondere erwähnt zu werden verdient, sind gewisse landschaftliche Darstellungen, welche man in Rahmen unter Glas aufstellt, und woran die einzelnen kleinsten Theile, wie das Laub der Bäume 2c. oft mit erstaunlicher Zartheit ausgearbeitet sind. Ferner sind die Billardbälle (s. Bd. II. S. 184, und Bd. IV. S. 407) einer der Gegenstände, wozu sehr viel Elfenbein verarbeitet wird, da dieses Material hierzu besser als jedes andere durch seine Elastizität, Härte und spezifische Schwere geeignet ist. Man läßt das Elfenbein, welches zu Bällen bestimmt ist, zugeschnitten einige Monate liegen, damit es vor der Verarbeitung hinlänglich austrocknen kann. Die gedrechselten Kugeln kann man, um ihnen die vollkommenste Rundung zu geben, innerhalb eines stählernen Ringes mit schneidiger, kreisrunder Öffnung nach allen Richtungen herumdrehen, bis sie durch die Öffnung gehen. Drechsler und andere Arbeiter verfertigen noch eine zahllose Menge anderer Waaren und Geräthschaften aus Elfenbein, deren Erzeugung theils aus den obi-

gen Bemerkungen von selbst sich erklärt, theils in besonderen Artikeln der Encyklopädie besprochen wird; so: Kämme, Fächer, Messerhefte, Falzbeine, Würfeln, Schreibtafeln, Spielmarken, Schach- und Damenspiele, Büchsen und Dosen, Nadelbüchsen, Fingerhüte, Fassungen von Theater-Perspektiven, Ringe auf Büchsen ꝛc., Knöpfchen, Stockknöpfe, Hefte zu feinen (z. B. chirurgischen) Werkzeugen, die Belegung der Tasten an Klavieren u. s. w. Auch die künstlichen Zähne, welche man vorzüglich gerne aus Wallroß- und Flußpferd-Zähnen verfertigt, sind zu erwähnen. Der Abfall vom Zersägen und der sonstigen Bearbeitung des Elfenbeins wird öfters als Streusand gebraucht (geraspeltes Elfenbein), vorzüglich aber als Material zur Bereitung des Elfenbeinschwarzes (s. Artikel Beinschwarz im II. Bande, S. 7) angewendet.

Manche Elfenbeinarbeiten werden zur Verschönerung gefärbt, gravirt oder geätzt. Das Färben oder Beitzen des Elfenbeins, welches mit Billardbällen, Spielmarken, Schachfiguren ꝛc. vorgenommen wird, stimmt mit dem Färben der Knochen beinahe vollkommen überein (s. Beinarbeiten, Bd. II. S. 6). Unter den zahlreichen Vorschriften hierzu sind folgende ganz zuverlässig: 1) Schwarze Farbe. Man legt das Elfenbein mehrere Stunden lang in eine verdünnte Auflösung des krystallisirten salpetersauren Silberoxydes (welche keine überschüssige Säure enthält), worauf es beim Liegen durch die Einwirkung des Tageslichtes eine schwarze, etwas ins Grüne ziehende Farbe annimmt. Eine tief und schön schwarze Farbe erhält man, wenn das Elfenbein zuerst in einem, durch Leinwand geseihten Blauholz-Absude, und dann in Eisenvitriol-Auflösung oder essigsaurer Eisenbeitze (s. Artikel Eisen im V. Bande) gekocht wird. 2) Blau. Schwefelsaure Indigauflösung (s. Bd. II. S. 217), welche man mit Wasser verdünnt hat, erzeugt eine schöne blaue Farbe auf dem Elfenbeine, wenn man dieses in der Flüssigkeit liegen läßt, bis die verlangte Schattirung zum Vorscheine kommt. Ist die Auflösung zu stark, so greift die freie Schwefelsäure das Elfenbein an, erweicht es, und macht dessen Oberfläche uneben und rauh. 3) Grün wird erhalten, wenn man das blaugefärbte Elfenbein einige Augenblicke in sehr verdünnte Zinnauflö-

sung, und dann in eine rein durchgeseihte heiße Abkochung von Gelbholz legt. 4) Gelb. Man legt das Elfenbein einige Minuten lang in Wasser, dem man etwas salzsaure Zinnauflösung zugemischt hat, dann sogleich in heißen Gelbholz-Absud, welchen man durch Leinwand filtrirt hat. Die Farbe wird orange, wenn man dem Gelbholze bei der Abkochung ein wenig Fernambukspäne zusetzt. Eine sehr schöne und zugleich am Lichte nicht ausbleichende gelbe Farbe liefert das chromsaure Bleioxyd, welches auf dem Elfenbeine erzeugt wird, indem man letzteres zuerst in einer Auflösung von chromsaurem Kali, dann aber in Bleizucker-Auflösung kochen läßt. Um eine schöne hellgelbe Farbe hervorzubringen, reicht es auch schon hin, das Elfenbein 12 bis 18 Stunden lang in der konzentrirten Auflösung des neutralen chromsauren Kali (s. Bd. III. S. 482) liegen zu lassen. 5) Roth. Wird das Elfenbein, nachdem es einige Minuten mit sehr verdünnter Zinnauflösung gebeitzt worden ist, in ein kochend heißes, filtrirtes Dekokt von Fernambukholz gelegt, so nimmt es eine vortreffliche rothe Farbe an, welche man durch Zusatz von Kochenille beim Absieden des Holzes noch verschönern kann. Gelbholz zieht die Farbe desto mehr ins Gelbe, je mehr man davon dem Fernambukholze zusetzt. Legt man das roth gefärbte Elfenbein in eine sehr schwache Auflösung von Pottasche, so wird es kirschroth. 6) Violett wird erhalten, wenn man zuerst die obige Beitze von Zinnauflösung, und dann einige Augenblicke lang einen heißen Blauholz-Absud anwendet. Ist der letztere mit Wasser verdünnt, so entsteht Lilas. Wird das violette Elfenbein in Wasser gelegt, welchem man einige Tropfen Scheidewasser beigemischt hat, so wird es schön purpurroth.

Über das Färben im Allgemeinen ist zu bemerken, daß dasselbe am besten vor dem Poliren vorgenommen wird. Das Elfenbein nimmt im polirten Zustande die Farben weniger gut an, und das nachfolgende Poliren nutzt die Oberfläche nicht so sehr ab, daß die Farben darunter Schaden leiden könnten. Doch müssen die Stücke nach dem Färben schon völlig wieder getrocknet seyn, wenn man sie polirt. Wenn die Farbe fleckig ausgefallen ist, so läßt sich dieser Fehler oft dadurch ziemlich verbessern, daß man durch Reiben mit feingepulverter Kreide die dunkelsten Stel-

len blasser macht, und dann noch ein Mahl färbt. Wenn zum Färben eine heiße Flüssigkeit angewendet worden ist, so muß das Elfenbein nach dem Herausnehmen unmittelbar in kaltes Wasser gelegt werden; denn dicke Stücke reißen sehr leicht, wenn diese Vorsicht vernachlässigt wird.

Durch **Graviren** werden zuweilen Gegenstände aus Elfenbein verziert, indem man sich dazu des Grabstichels und der Handgriffe, welche beim Graviren in Metall üblich sind, bedient. Die gravirten Zeichnungen werden gewöhnlich mit einem schwarzen Firnisse ausgefüllt, um sie sichtbarer zu machen. Man reibt zu diesem Behufe auf den gravirten Stellen eine geschmolzene Mischung von Asphalt und Wachs, oder Kienruß und Wachs ein, und schabt nachher alles Überflüssige mit einer Messerklinge weg. Durch eine ähnliche Behandlung erhält das Elfenbein das Ansehen von eingelegter Arbeit, wenn nähmlich größere Vertiefungen eingegraben und mit schwarzem Siegellack ausgefüllt werden, worauf man die Fläche abschleift und polirt.

Das **Ätzen** des Elfenbeins, wodurch man ebenfalls, wie durch das Graviren, feine Zeichnungen herstellen kann, ist im ersten Bande, S. 185 (Artikel **Ätzen**) beschrieben. Erwähnung verdient auch, daß man den Versuch gemacht hat, hohe Verzierungen auf Elfenbein mittelst stählerner Stempel in der Münzpresse zu prägen.

Wenn Elfenbein mit verdünnter Salzsäure (8 bis 10 Theile Wasser auf einen Theil rauchender Säure) behandelt wird, so wird es, indem das erdige Skelett sich auflöset, weich, biegsam, und besteht nun nur mehr aus Knorpel, welcher sich, gleich thierischer Haut, durch Lohe gerben läßt. Stücke von Elfenbein, welche nur eine geringe Dicke haben, sind in der Salzsäure innerhalb einiger Tage vollkommen erweicht. Bringt man sie sodann in einen starken Aufguß von Eichenrinde oder Galläpfeln, so erlangen sie darin bald wieder Härte, und nehmen zugleich eine roth- oder braungelbe Farbe an, während sie völlig durchscheinend bleiben. Trocknet man sie in diesem Zustande, so kann man ihnen durch Goldauflösung, die mittelst eines spitzigen Schwammes stellenweise aufgetragen wird, täuschend das braungefleckte Ansehen von Schildpat geben. Die Bereitung dieses

künstlichen Schildpats ist von D'Arcet angegeben worden. Das gegerbte Elfenbein ist hart, elastisch, vollkommen unauflöslich, erweicht sich in gelinder Hitze gleich Horn und Schildpat, und läßt sich auf jede Weise wie diese beiden Substanzen verarbeiten. Man kann aber auch mit sehr gutem Erfolge mancherlei kleine, aus Elfenbein verfertigte Gegenstände gerben und anscheinend in Schildpat verwandeln. Nur muß man darauf sehen, daß sie auf eine Weise getrocknet werden, wobei sie sich nicht verziehen können. Platten preßt man deßhalb zwischen glatten Bretchen ein, hohle Gegenstände steckt man auf ein zweckmäßig gestaltetes Holzstück u. s. w. Mehrere Stücke künstlichen Schildpats lassen sich, wenn sie in der Wärme erweicht sind, durch Druck vereinigen. Man könnte daher Drehspäne und andern Abfall von Elfenbein gerben, und durch Pressen zwischen heißen Eisenplatten oder in erhitzten eisernen Formen eben so verarbeiten, wie Horn- und Schildpat-Späne. — Knochen liefern, durch Salzsäure ausgezogen und dann gegerbt, einen undurchsichtigen Körper ohne schönes Ansehen.

Die aus Elfenbein verfertigten Gegenstände werden leicht gelb oder braun, wenn sie der Luft, der Feuchtigkeit, dem Staube oder dem Rauche ausgesetzt sind, obgleich Elfenbein, das von Natur weiß, und von einem feinen Korne ist, dieser Farbenänderung länger widersteht. Das beste Mittel, die weiße Farbe neu gearbeiteter Elfenbeinstücke zu erhalten, besteht darin, sie unter einer Glasglocke aufzubewahren, deren unterer Rand eben abgeschliffen ist, und auf einer polirten Platte aufruht, so daß der Zutritt der Luft, folglich auch des Staubes gänzlich ausgeschlossen ist. Für größere Gegenstände muß man ein Gehäuse aus Glastafeln zusammensetzen. Ältere Gegenstände aus Elfenbein, die schon gelb oder braun geworden sind, werden am besten wieder gebleicht, wenn man sie unter Glas der Sonne aussetzt. Der Sonne unmittelbar (ohne durch Glas geschützt zu seyn) ausgesetzt, bekommen sie leicht viele kleine Sprünge, die dann nicht wegzuschaffen sind. Gegenstände, die schon stark gefärbt sind, bürstet man mit fein gepülvertem Bimsstein und Wasser, und setzt sie, wenn sie noch feucht sind, unter Glas. Man muß sie dann täglich an die Sonne stellen,

und sie von Zeit zu Zeit wenden, damit die verschiedenen Seiten gleichmäßig bleichen. Um den Prozeß zu beschleunigen, wiederholt man das Bürsten mit dem Bimsstein und Wasser einige Mahle.

Kleine oder dünne Stücke Elfenbein bleicht man, indem man sie über einem Kohlenfeuer erwärmt, in das man etwas gepülverten Schwefel geworfen hat. Größere und dickere Stücke ertragen jedoch die Erwärmung nicht, da sie leicht rissig werden. Diese kann man in einem Gefäße einschließen, welches man mit schwefeligsaurem Gas anfüllt, auf dieselbe Art, als man mit diesem Gas Wolle bleicht (s. Bd. II. S. 429). Andere Methoden, das Weißmachen des Elfenbeins zu bewirken, wohin die Behandlung desselben mit Alaun oder mit Seife gehören, sind unzuverläßig.

K. Karmarsch.

Elfenbeinpapier.

Es ist im Artikel Elfenbeinarbeiten von der Anwendung des Elfenbeins in der Miniatur-Mahlerei Erwähnung gemacht worden. Für diesen Zweck eignet sich dasselbe vorzüglich wegen seines feinen und gleichförmigen Gefüges, so wie wegen der Leichtigkeit, mit welcher die aufgetragenen Wasserfarben sich mit einem feuchten Pinsel abwaschen und mit einer Messerspitze wegschaben lassen. Dagegen sind der hohe Preis und die Unmöglichkeit, Platten von mehr als 24 oder höchstens 30 Quadratzoll Größe zu erhalten, Hindernisse seiner allgemeineren Anwendung. Berücksichtigt man endlich noch, daß das Elfenbein in dünnen Stücken sich leicht wirft, daß es mit der Zeit gelb wird, und daß die ganz großen, aus sehr dicken Zähnen geschnittenen Platten eine gröbere und weniger gleichförmige Struktur besitzen: so wird das Bestreben erklärbar, für die Mahlerei ein Surrogat des Elfenbeins zu erfinden.

Man bedient sich schon lange für größere Arbeiten eines steifen und stark geglätteten Papiers, welches aus mehreren Bogen Velinpapier zusammen geklebt wird, und unter dem Nahmen Isabey-Papier oder Bristol-Papier bekannt ist. Die-

ses gewährt allerdings den Vortheil, daß es in Blättern von bedeutender Größe dargestellt werden kann, aber von Unannehmlichkeiten ist es auch nicht frei. Zuweilen geschieht es beim Zusammenkleben der Papierbogen, daß die Oberfläche durch Kleister verunreinigt wird; wenn beim Mahlen einzelne Stellen sehr stark befeuchtet werden, so lösen sich hier die Bogen von einander, und es entstehen Blasen; endlich hat man bemerkt, daß Gemählde auf solchem Papiere in feuchten oder selten geheitzten Zimmern leicht verderben, indem der Kleister schimmelt und die Farben verändert.

Ein in jeder Hinsicht besseres Ersatzmittel des Elfenbeins bildet dieses Papier, wenn man seine Oberfläche mit einem feinen und glatten Gypsüberzuge versieht, und so entsteht das eigentliche Elfenbeinpapier, zu dessen Bereitung der Erfinder (Einsle in London) folgende Vorschrift gegeben hat:

Man läßt $^1/_4$ Pfund Pergamentschnitzel mit $1^1/_2$ Maß Wasser durch 4 bis 5 Stunden in einer Pfanne langsam kochen, ersetzt dabei von Zeit zu Zeit das verdunstete Wasser, und seiht die Abkochung durch Leinwand. Der Leim, welchen man auf diese Weise erhält, soll, zur Unterscheidung, Nr. I. heißen. Der im Seihetuche gebliebene Rückstand wird mit der nämlichen Wassermenge und eben so lange wie das erste Mahl ausgekocht, und liefert nun einen schwächern Leim, Nr. II.

Nun benetzt man drei Bogen Velin-Zeichenpapier (wozu Ausschuß gleiche Dienste leistet, wie gute Bogen) auf beiden Seiten mit einem in Wasser getauchten Schwamme, klebt sie mittelst des Leimes Nr. II. auf einander, breitet sie, noch feucht, auf einem glatten Tische aus, legt eine Schieferschreibtafel von etwas geringerer Größe darauf, leimt die Ränder des Papiers, welche man umbiegt, auf der Hinterseite der Tafel fest, und läßt das Ganze sehr langsam trocknen, wobei die Porosität des Schiefers die Verdunstung der Feuchtigkeit gestattet, und das Papier durchaus nicht sich verziehen kann.

Drei andere Bogen Zeichenpapier werden ferner, auf die angegebene Weise benetzt, nach einander über die ersteren geleimt, und nach dem Umfange der Schiefertafel mit einem Federmesser beschnitten. Nach dem vollkommenen Trocknen ebnet man die

Oberfläche durch Reiben mit Sand- oder Glaspapier *), in welches man ein kleines Stück einer Schieferplatte eingewickelt hat, klebt noch einen Papierbogen darauf, welcher aber sehr glatt, völlig frei von Runzeln, Knoten und Löchern seyn muß, und glättet auch diesen auf die vorige Art, doch mit sehr feinem Glaspapier. So ist alles zum Auftragen des Gypsüberzuges vorbereitet.

Man läßt ³/₁₆ Maß (³/₄ Seitel) des Leimes Nr. I. in mäßiger Wärme zergehen, setzt ihm drei Eßlöffel voll fein gemahlenen, gesiebten Gypses zu, und breitet diese Mischung schnell und gleichförmig mittelst eines weichen, feucht gemachten Schwammes über die Oberfläche des Papiers aus. Nach dem Trocknen wird dieser Gypsaufguß durch Reiben mit feinem Papiere geglättet; zuletzt aber gibt man ihm noch einen Firniß, welcher aus 4 Theilen von dem Leime Nr. I. und 3 Theilen Wasser, mit Hülfe gelinder Wärme, zusammengesetzt wird. Diese Flüssigkeit wird, etwas abgekühlt, drei Mahl nach einander aufgeschüttet, und mittelst eines feuchten Schwammes verbreitet, wobei man Sorge tragen muß, jeden Anstrich erst völlig trocknen zu lassen, bevor man einen neuen gibt. Endlich überfährt man noch die Oberfläche mit sehr feinem Papiere, und schneidet das Ganze von der Schiefertafel los.

Die Gypsdecke, nach der eben vorgeschriebenen Methode verfertigt, ist vollkommen weiß. Zinkoxyd dem Gypse (ungefähr zu gleichen Theilen) beigemischt, erzeugt eine etwas gelbliche Farbe, welche der des Elfenbeins ähnlich ist.

Die Farben haften auf dem Elfenbeinpapiere sehr leicht, und lassen sich fast noch besser von demselben wegwaschen, als von Elfenbein; ja die Oberfläche erträgt sogar das Abschaben der Farben mit einer Messerspitze einige Mahl an der nähmlichen Stelle, wenn man dabei mit der gehörigen Vorsicht zu Werke geht. Ungeachtet dieser schätzbaren Eigenschaften findet man indessen, so viel ich erfahren konnte, das Einsle'sche Elfenbeinpapier gewöhnlich nicht im Handel; denn was mit dem Stempel

*) Schreibpapier, welches mit Leimwasser bestrichen, und dann mit feinem gesiebtem Sande oder mit Glaspulver bestreut ist.

»Ivory-Paper« (Elfenbeinpapier) aus England kommt, ist nichts als eine sehr glatte, aus mehreren Velinpapier-Bogen mit Stärkekleister zusammengeklebte Pappe, welche keinen Überzug von Gyps oder dgl. besitzt, und überhaupt von dem oben erwähnten Bristol-Papiere (Bristol-Paper) nicht wesentlich abweicht.

K. Karmarsch.

Email, Emailliren.

Email oder Schmelz (Schmelzglas) werden die durch Metalloxyde verschiedentlich gefärbten, theils durchsichtigen, theils undurchsichtigen Gläser genannt, womit man zur Verzierung die Oberfläche von Metallarbeiten ganz oder theilweise überzieht: eine Arbeit, welche man mit dem Nahmen Emailliren bezeichnet.

Die Grundlage aller Arten von Email ist eine durchsichtige farblose, leichtflüssige Glasmasse (Fluß), deren Zusammensetzung übrigens verschieden seyn kann, und es zum Theil (nach dem Grade der Schmelzbarkeit, welchen man beabsichtigt) seyn muß. Im Allgemeinen sind Kieselerde (Quarzpulver oder reiner weißer Sand), kohlensaures Kali oder Natron, und Bleioxyd (Bleiweiß oder Mennige) die Materialien zu dem Flusse; öfters setzt man auch noch Kreide, Borax und (als Entfärbungsmittel) eine geringe Menge Braunstein, weißen Arsenik oder Salpeter zu. Statt Kali oder Natron wird zuweilen Kochsalz gebraucht. Die Anwendung aller dieser Stoffe stützt sich auf die Grundsätze der Glasfabrikation überhaupt. Durch Zusatz von Zinnoxyd wird das Glas weiß, undurchsichtig, und es stellt dann dasjenige Produkt dar, welches man im engern Sinne des Wortes Email nennt. Wenn das durchsichtige und das mittelst Zinnoxyd undurchsichtig gemachte Glas mit anderen Metalloxyden verschiedentlich versetzt und zusammengeschmolzen werden, so entstehen die mannigfaltigen, durchsichtigen und undurchsichtigen Arten von gefärbtem Email.

Weißes Email. Das Zinnoxyd, durch welches das Glas weiße Farbe und vollkommene Undurchsichtigkeit erhält, bereitet man immer durch Oxydation von bleihaltigem Zinn, wozu

nur eine schwache Rothglühhitze nothwendig ist. Das Zinnoxyd wird hierbei in Vermengung mit Bleioxyd und im Zustande sehr feiner Zertheilung erhalten, zwei Umstände, welche seiner nachherigen vollkommenen Mischung mit dem Glase sehr günstig sind. Man kann die Operation in einer gußeisernen flachen Pfanne vornehmen, indem man darin 1 Theil Zinn mit 1 bis 6 Theil Blei zusammenschmelzt, und dann die Legierung anhaltend bis zum dunklen Glühen erhitzt. Die Oxydation findet sehr schnell Statt, und schreitet rasch fort, wenn man das auf der Oberfläche gebildete Oxyd stets zur Seite schiebt, damit neue Theile des Metalls mit der Luft in Berührung kommen. Zuletzt wird das Ganze noch einige Zeit in dem schon angedeuteten Hitzegrade erhalten, worauf man nach dem Erkalten das gelbe Oxyd auf einer Handmühle zerreibt, und durch Schlämmen die noch eingemengten Metallkörner absondert, um letztere bei einer neuen Kalzination zuzusetzen. Dieses innige Gemenge von Bleioxyd und Zinnoxyd wird mit weißem Sande oder geglühtem und zu Pulver gepochtem Quarze, und überdieß mit einem alkalischen Flußmittel vermengt, wobei die Verhältnisse verschieden seyn müssen nach der Art des Flußmittels, nach dem Bleigehalte des Zinnoxydes, endlich nach dem Grade der Härte und Schmelzbarkeit, welchen man dem Email geben will. Je bleireicher das Oxyd ist, desto weniger wird von dem alkalischen Flußmittel erfordert; das Email wird desto härter und strengflüssiger, je weniger Alkali und Bleioxyd zugegen sind, und je weniger insbesondere das letztere verhältnißmäßig vorherrscht; zu viel Bleioxyd schadet der weißen Farbe. Allgemein gültige Vorschriften hinsichtlich der quantitativen Zusammensetzung des Emails sind daher nicht denkbar; als Beispiele mögen die folgenden dienen: a) 4 Theile bleihaltiges Zinnoxyd (4 Theile Blei auf 1 Theil Zinn), 4 Theile Sand, 1 Theil Kochsalz. b) 1 Theil Oxyd (aus gleich viel Zinn und Blei), 1 Theil Quarz, 2 Theile gereinigte Pottasche. c) 3 Theile Zinn und 10 Theile Blei zusammen oxydirt, ferner Quarz 10 Theile, Pottasche 2 Theile, Braunstein 0.001 des Ganzen. d) 4 Theile Zinn und 10 Theile Blei zusammen oxydirt, 10 Theile Sand oder Quarzpulver, 2 Theile kohlensaures Natron. e) 10 Theile bleihaltiges Zinnoxyd (aus Blei mit dem sechsten Theile

Zinn bereitet), 5 Th. Sand, 4 Th. gereinigte Pottasche. — Ein Zusatz von Mennige befördert die Schmelzbarkeit des Emails. Was den Sand oder Quarz und das alkalische Flußmittel betrifft, so befolgt man oft das Verfahren, diese beiden vorläufig mit einander durch mäßiges Glühen unvollkommen zu verglasen (zu fritten), dann wieder zu pulvern, und nun erst mit dem Oxyde zu vermengen. Jederzeit muß man sich der reinsten (vorzüglich eisenfreier) Materialien bedienen, um ein Email von schön weißer Farbe und ohne Flecken zu gewinnen. Man bringt die gehörig fein gepulverten und sorgfältig mit einander vermengten Substanzen in einen reinen hessischen (noch besser porzellanenen) Tiegel, oder breitet sie auch bloß auf einer Schichte von Sand oder zerfallenem Kalke in dem Ofen aus, und erhitzt sie bis zu einem Grade, wobei nur eine halbe Schmelzung eintritt, und höchstens der oberste Theil der Masse ganz in Fluß kommt. Die Fritte, welche man auf diese Weise erhält, wird wieder gepulvert, und in einem Tiegel vollständig geschmolzen. Um die Vereinigung der Bestandtheile recht vollkommen zu machen, wird wohl auch die Schmelzung wiederhohlt.

Farbiges Email. Die Färbung des Emails geschieht mittelst der Metalloxyde, welche in verschiedener Menge und mannigfaltig mit einander gemischt angewendet werden. Soll das gefärbte Email undurchsichtig seyn, so bedient man sich als Grundlage des weißen undurchsichtigen Emails, welches gepulvert, mit den färbenden Oxyden fein zusammengerieben und geschmolzen wird. Blau liefert das Kobaltoxyd, dessen färbende Kraft so groß ist, daß man nur wenig davon anwenden darf, um die Farbe nicht zu dunkel zu erhalten. Gelb wird mittelst Antimonsäure oder antimonsaurem Kali und Bleioxyd erhalten. Das Neapelgelb (s. Art. Blei, Bd. II. S. 362) ist eine solche Zusammensetzung, und gibt dem Email eine gelbe Farbe, welche ein Zusatz von rothem Eisenoxyd dunkler macht. Grün färbt das schwarze Kupferoxyd, welchem man wohl auch etwas rothes Eisenoxyd zusetzt; man nimmt z. B. auf 200 Theile weißes Email 6 bis 7 Th. Kupferoxyd und 1 Th. Eisenoxyd. Chromoxydul ertheilt dem Email eine andere und ebenfalls schöne Schattirung von Grün. Die rothe Farbe kann durch Kupferoxydul, durch

Eisenoxyd und durch Goldpurpur in sehr verschiedenen Abstufungen erhalten werden. Das mit Kupferoxydul bereitete schön rothe Email ist der sogenannte Purpurino. Braunstein, in geringer Menge angewendet, färbt violett. In größerer Menge erzeugt er eine schwarze Farbe. Diese letztere wird auch mittelst Eisenoxydoxydul (s. Art. Eisen) erhalten. Oft setzt man überdieß etwas Kobaltoxyd oder Kupferoxyd zu. Verschiedene andere Farben lassen sich durch Mischung aus den angegebenen darstellen.

Durchsichtiges Email von verschiedenen Farben hat zur Grundlage einen zinnoxydfreien, ganz durchsichtigen Fluß, welcher, so wie das undurchsichtige Email, mit Metalloxyden zusammengeschmolzen wird. Der Fluß kann z. B. bestehen aus 432 Theilen eisenfreiem Sande, 360 Th. Mennige, 180 Th. gereinigter Pottasche, 3 Th. Braunstein, 1 Th. weißem Arsenik. Roth liefern 96 Theile Fluß, 12 Th. Borax, 2 Th. Braunstein, 1 Th. Goldpurpur; Blau: 8 Th. Fluß, 1 Th. Borax, 1 Th. Kobaltoxyd; Grün: 16 Th. Fluß, 2 Th. kohlensaures Kupferoxyd, 1 Th. Borax; u. s. w.

In so fern gefärbte Schmelzgläser als Farben zur Emailmahlerei dienen, ist davon im Artikel Emailfarben die Rede. Die Darstellung durchsichtiger farbiger Gläser zur Nachahmung der Edelsteine wird im Art. Glasflüsse beschrieben. Hinsichtlich der Anwendung des undurchsichtigen, verschieden gefärbten Emails zu Mosaik-Arbeiten sehe man den Artikel Mosaik nach. Gegenwärtig soll von den Benützungen des Emails nur die zum Überziehen von Metallflächen, oder das Emailliren, erörtert werden.

Emailliren. Der Zweck bei dieser Arbeit ist entweder, eine Metallfläche ganz gleichmäßig mit einer aufgeschmolzenen Decke von einfarbigem Email zu versehen, oder nur einzelne Stellen derselben (oft mit verschieden gefärbtem Email, jedoch ohne eigentliche Mahlerei) zu bekleiden. Der erste Fall kommt beim Emailliren der Uhrzifferblätter und der gußeisernen Gefäße, der zweite bei Bijouterien (z. B. goldenen Dosen, Ordensdekorationen, Ringen und anderen Schmucksachen) vor. In allen diesen Fällen besteht das Wesentliche des Verfahrens darin, daß

das Email als mehr oder weniger feines Pulver (wie es der Erfahrung nach am zweckmäßigsten ist) mit Wasser angemacht, auf der zu emaillirenden Fläche oder Stelle möglichst gleichförmig ausgebreitet, und dann durch einen gehörigen Hitzegrad zum Schmelzen gebracht (eingebrannt) wird, worauf es nach dem Erkalten an der metallenen Unterlage fest haftet, und einen glänzenden, harten und glatten Überzug bildet. Das Email soll hierbei nicht in dünnen Fluß kommen (um nicht abzulaufen), sondern eben nur in dem Grade schmelzen, daß es sich vollständig ausbreiten kann, und den gehörigen Glanz annimmt. Auf die Erfüllung dieser Bedingung muß natürlich (mit Berücksichtigung der nur mäßigen Hitze, welcher die emaillirten Metalle ohne Gefahr des Schmelzens ausgesetzt werden dürfen) die Zusammensetzung des Emails berechnet seyn. Während der Erhitzung muß jede Verunreinigung sorgfältig von dem Email abgehalten werden; daher veranstaltet man die Operation des Einbrennens in einem sogenannten Muffelofen, wobei die Gegenstände unter einem thönernen Gehäuse (der Muffel) sich befinden. Die Einrichtung zeigt Fig. 1 (Taf. 97) im Aufrisse der vordern Seite, Fig. 2 im vertikalen Durchschnitte. Fig. 3 und 4 sind horizontale Durchschnitte, ersterer nach y z, letzterer nach w x (Fig. 2) genommen. Der Ofen ist viereckig, von gebranntem Thon verfertigt, und besteht aus zwei Haupttheilen, nämlich dem eigentlichen Ofen A und dem darauf gesetzten Dome B, welcher zur Zusammenhaltung der Hitze und Verstärkung des Zuges dient. Beide Theile sind mit Handgriffen b, b, c, c zum Anfassen versehen. a ist eine Öffnung im Dome, durch welche man während der Arbeit Kohlen nachwirft, und die mittelst eines Stöpsels von Thon zugestellt wird. Als Rost dient eine thönerne, mit Löchern von beiläufig sechs Linien Durchmesser versehene Platte i; unter derselben befinden sich auf drei Seiten des Ofens die drei Zug- und Aschenlöcher h, h, h. Weiter oben ist in der vordern Wand eine große Öffnung d angebracht, welche bis auf die Platte i niedergeht, aber zum Theile durch einen vorgelegten Backstein g verschlossen wird, wie am besten aus Fig. 4 entnommen werden kann, wo d' den in das Loch eintretenden Theil des Steins bezeichnet. Zur Unterstützung von g dient der Vorsprung e, welcher selbst wieder

zwischen den Wangen f, f getragen wird. k ist die Muffel, ein halber hohler Zylinder, aus dünnen Thonplatten zusammengesetzt, am hintern Ende geschlossen, am vordern offen, und in den Seiten mit ein Paar kleinen Löchern versehen (s. den Durchschnitt Fig. 5 und die Seitenansicht Fig. 6). Die Muffel wird im Ofen auf ein Paar Eisenstangen gesetzt, und wenn sie an ihrer Stelle ist, schließt sich ihre Mündung genau an die Öffnung d, und ihr flacher Boden befindet sich in gleicher Höhe mit der Oberfläche von g (s. Fig. 2). Der Ofen wird mit Holzkohlen geheitzt. Man gibt zuerst Kohlen auf den Rost i, setzt dann die Muffel ein, legt den Stein g vor, umgibt und überschüttet die Muffel mit Kohlen, füllt auch deren Inneres damit an, setzt endlich den Dom auf, und läßt das Feuer in Gang kommen. Zur Beschleunigung desselben bläset man mit einem Blasbalge in die Muffel. Sobald letztere weißroth glüht, reinigt man sie, bringt die zu behandelnden Gegenstände hinein, und legt nur in die Öffnung d ein Paar Kohlen, zwischen welchen man bequem durchsehen kann, um den Fortgang der Arbeit zu beobachten.

Emailliren der Uhrzifferblätter. Die emaillirten Zifferblätter bestehen aus dünnem Kupferbleche, von welchem eine Scheibe in der gehörigen Größe ausgeschnitten und mittelst eines abgerundeten Hammers auf einer konkaven hölzernen Unterlage hohl getrieben, oder auf der Drehbank mittelst des Polirstahls in ein flach schalenförmiges Futter eingedrückt wird (vergl. Art. Blecharbeiten, Bd. II. S. 315). In der Mitte schlägt man hierauf ein Loch durch, welches man mittelst einer Reibahle erweitert, so zwar, daß das Werkzeug von der hohlen Rückseite der Platte her eingesteckt wird, und auf der Vorderseite einen Aufwurf oder Grath erzeugt, der das Email zurückhält und rund um die Öffnung begränzt. Sodann werden die zwei oder drei Füße des Zifferblattes (kurze Stifte von Kupferdrath) in kleine, am Rande gemachte Löcher eingenietet und mit Schlagloth festgelöthet. Der Umkreis des Zifferblattes wird mittelst eines Polirstahls aufgerieben, so daß er an der konvexen oder vorderen Seite einen feinen Grath bildet, um in der Folge das Email am Umkreise scharf zu begränzen, und vor dem Ausspringen zu schützen. Wird nun das Blatt in verdünntem Scheidewasser blank gebeitzt,

und mit einer Kratzbürste aus Messingdraht abgerieben, so ist es zum Emailliren vorbereitet.

Die Zifferblätter werden auf beiden Seiten emaillirt, weil sie auf diese Weise nicht nur größere Steifigkeit erlangen, sondern auch dem Werfen oder Verziehen vorgebeugt wird, welches bei einseitiger Emaillirung durch die Wirkung des festwerdenden Emails auf das noch heiße und daher weiche Metall eintreten würde. Man wählt sehr schönes weißes Email, stößt es in einem blanken eisernen Mörser zu Pulver, und befreit dieses durch Schlämmen mit reinem Wasser von den feinsten staubartigen Theilen, welche man zum Emailliren der Rückseite der Zifferblätter aufbewahrt. Das Übrigbleibende muß aus möglichst gleichen Körnern von der Größe feiner Sandkörner bestehen. Um daraus die Eisentheilchen aufzulösen, welche sich von dem Mörser abgestoßen haben, und das Email färben oder fleckig machen würden, digerirt man letzteres zwölf Stunden lang mit verdünnter Salpetersäure, die zuletzt durch Wasser wieder weggewaschen wird.

Das Email der Hinterseite (Gegen-Email) wird zuerst aufgetragen, indem man das Zifferblatt mit seinem Loche im Mittelpunkte auf eine Reibahle steckt, den nassen Emailstaub mit Hülfe eines Pinsels oder einer kleinen stählernen Spatel auf der ganzen konkaven Fläche ausbreitet, und dann durch leise Berührung mit weicher Leinwand abtrocknet. Das Zifferblatt wird nun verkehrt auf die Reibahle gesteckt, d. h. so, daß die konvexe Seite oben kommt, und auf dieser mit einer recht gleichförmigen Schichte des gröberen, mit reinem Wasser oder sehr schwacher Gummi-Auflösung angemachten Emailpulvers bedeckt, welches man durch eine geringe Erschütterung auszubreiten sucht, damit beim Schmelzen keine Grübchen entstehen. Um das Wasser auszusaugen, legt man an den Rand des Zifferblattes ein feines leinenes Tuch; das vollständige Trocknen geschieht auf einem Eisenbleche über Kohlenfeuer. Um das Email zum Schmelzen zu bringen, werden die Zifferblätter sammt dem Eisenbleche, auf welchem sie liegen, in die schon rothglühende Muffel eingesetzt, und allmählich tiefer in dieselbe hineingeschoben, damit sie sich nur stufenweise erhitzen. Wenn man bemerkt, daß die Schmelzung ihren Anfang nimmt (was leicht an der Glätte der Oberfläche erkannt wird), so dreht

man das Blech, um die Einwirkung des Feuers gleichmäßig an alle Stellen gelangen zu lassen; und sobald alle Theile flüssig geworden sind, zieht man die Zifferblätter allmählich aus der Muffel hervor, damit sie langsam abkühlen, und das Zerspringen des Emails vermieden wird.

Die Decke von Email, welche durch diese erste Behandlung auf das Kupfer gebracht wird, reicht nicht hin, einen gehörig starken und glatten Überzug zu bilden. Man reinigt daher die ein Mahl emaillirten Blätter mittelst schwacher Salpetersäure, und trägt auf die Vorderseite, mit den schon beschriebenen Handgriffen, eine neue Schichte von Email, welches etwas feiner gepulvert seyn muß, als das erste. Zugleich wird das Gegen-Email, wenn es nicht alle Stellen der Hinterfläche vollkommen bedeckt, ausgebessert, worauf man die Blätter wieder in den Ofen bringt und schmelzt. Bei ganz feinen Zifferblättern wird das Emailliren auch noch zum dritten Mahle vorgenommen. Zeigen sich Blasen im Email, so werden dieselben mittelst eines Grabstichels geöffnet und erweitert; man füllt sie mit feinem Email aus, und schmelzt dieses auf. Die Minuten-Eintheilung wird mittelst einer Theilscheibe, auf deren Achse man das Zifferblatt steckt, zuerst mit Bleistift gemacht; man mahlt dann die Striche, so wie die Zahlen, mit dem Pinsel auf, wozu man sich eines leichtflüssigen schwarzen, zu sehr feinem Pulver zerriebenen und mit Spicköhl angemachten Emails bedient. Das Einbrennen geschieht unter der Muffel, und ganz so, wie das Emailliren selbst.

Andere Metallplatten, welche zuweilen emaillirt werden müssen, sind ganz den Zifferblättern gleich zu behandeln.

Emailliren gußeiserner Gefäße. Kochgeschirre aus Gußeisen (zuweilen auch aus geschlagenem Eisen und aus Kupfer) werden weiß emaillirt (glasirt), um sie vor der Einwirkung der darin gekochten Nahrungsmittel, also letztere vor der Verunreinigung mit Metall zu schützen. Indessen hat diese Zubereitung, vorzüglich bei größeren Gefäßen, eine eigenthümliche bedeutende Schwierigkeit; denn es ist zwar leicht, das Eisen mit einem Email zu überziehen; allein die Metalle sind hinsichtlich ihrer Ausdehnung durch die Wärme so sehr von den glasartigen Massen verschieden, daß durch plötzlichen Temperatur-Wechsel

(welchem doch Kochgefäße nothwendig unterliegen) das Email Sprünge bekommt, sich von dem Eisen löset, und endlich in Stücken abfällt. Daß diesem Fehler einiger Maßen durch eine gewählte Zusammensetzung des Emails abgeholfen werden kann, ist außer Zweifel; aber ganz vermieden wird derselbe wohl niemahls werden.

Da das gewöhnliche weiße Email für diese Anwendung zu kostspielig wäre, so setzt man ein ähnliches aus wohlfeilern Materialien zusammen. Man begnügt sich zuweilen, dasselbe bloß aus Kieselerde und Bleyoxyd (zu ungefähr gleichen Theilen), allenfalls mit einem Zusatze von Pottasche, zu bereiten; anderer Mischungen, in welchen Bleyoxyd das Haupt-Flußmittel ausmacht, nicht zu gedenken. Indessen widerstehen solche stark bleihaltige Glasuren nicht vollkommen der Einwirkung schwacher Säuren, und die Auflösung von etwas Blei in den gekochten Flüssigkeiten kann für den Gebrauch Bedenklichkeit erregen: aus diesem Grunde vermeidet man gerne das Bleioxyd ganz, und bedient sich des folgenden Verfahrens. Die Gefäße werden durch Beitzen mit verdünnter Schwefelsäure blank gemacht, in warmem, dann in kaltem Wasser abgespült, und hierauf sogleich mit der Emailmasse überzogen, die aus geglühtem, feingepochtem Quarz und Borax zusammengeschmolzen, mit gepulvertem Feldspath und geschlämmtem eisenfreiem Thon vermengt, und auf einer Glasurmühle mit Wasser sehr fein gemahlen wird. In Gestalt eines dünnen Breies wird diese Masse in die Gefäße geschüttet, und durch gehörige Neigung der letzteren darin verbreitet, worauf man das Überflüssige wieder ausgießt, den noch feuchten Überzug mit einem sehr zart gepulverten Gemenge von Feldspath, kohlensaurem Kali oder Natron, Borax und etwas Zinnoxyd bestäubt, und endlich die Gefäße unter großen Muffeln glüht, um das Email in Fluß zu bringen. (Vergl. S. 121.)

Emailliren der Schmuckwaaren. Das Emailliren wird als Verzierung auf Gold-, Silber- und Bronze-Arbeiten angewendet. Auf stark mit Kupfer legirtem Golde, auf Silber und auf Tombak (woraus die Bronzewaaren bestehen, s. Bd. III. S. 161) verändern sich viele Farben beim Einbrennen sehr bedeutend, und werden minder schön, ja ganz unbrauchbar; daher

lassen sich die genannten Metalle nur in einigen Farben, und fast ausschließlich mit undurchsichtigem Email, emailliren. Das zum Emailliren am besten geeignete Metall ist feines oder wenigstens 20karatiges Gold. Für einige durchsichtige Farben eignet sich indessen vorzüglich Gold von bestimmter Legirung, z. B. für Roth ein kupferhaltiges (daher röthliches), für Grün ein stark mit Silber versetztes (grünes) Gold. Die Umrisse der Zeichnung, welche durch das Emailliren in Farben dargestellt werden soll, müssen auf den Arbeitsstücken durch eine schmale erhabene Einfassung angedeutet seyn, welche das Email innerhalb der bestimmten Gränzen zurückhält. Die Vertiefungen, welche man mit Email auszufüllen beabsichtigt, werden entweder durch Graviren oder durch Pressen in Stanzen (s. Art. Blecharbeiten, Bd. II. S. 295) erzeugt; die Bodenfläche derselben muß, um die Anhaftung des Emails zu befördern, einige Rauhigkeit besitzen, und wird zu diesem Ende öfters mit feinen Strichen versehen, welche man mittelst des Grabstichels einritzt. Eine abwechselnde Stärke dieser Striche kann, unter durchsichtigem Email, zuweilen mit Vortheil dazu dienen, mittelst des ungleichen Licht-Reflexes den Farben eine Art von Schattirung zu verleihen. Unmittelbar vor dem Emailliren werden die Goldarbeiten schwach geglüht, in kochender verdünnter Salpetersäure abgebeitzt, und in reinem Wasser gespült.

Das Email wird in einem stählernen Mörser zerstoßen, und in einer Reibschale von Achat mit Zusatz von Wasser zu Pulver gerieben. Die Erfahrung gibt den Grad der Feinheit an die Hand, welcher hierbei erreicht, aber nicht überschritten werden muß, und fast für jede Art von Email ein anderer ist. Das Pulver wird gewaschen, d. h. mit Wasser angerührt, welches man nach kurzer Ruhe wieder abgießt, um die feinsten Staubtheile und zufällige Unreinigkeiten, welche darin schwimmen, zu entfernen. Diese Arbeit wird wiederhohlt, bis das Wasser über dem zu Boden sinkenden Email ganz klar bleibt. Man gibt das letztere in ein Schälchen von Porzellan, wo man nur etwa eine Linie hoch Wasser darüber stehen läßt, und trägt es dann mit einer kleinen Spatel (einem plattgeschlagenen und zugespitzten Eisendrahte) auf die gehörigen Stellen der Goldarbeit, wo es möglichst gleich-

mäßig vertheilt wird. Die Schichte muß desto dünner seyn, je heller und durchsichtiger die Farbe erscheinen soll. Verschiedene Farben können in unmittelbarer Berührung neben einander aufgetragen werden, ohne beim Einbrennen zu verfließen, weil das Email niemahls einen großen Grad von Flüssigkeit erlangt. Durch leises und vorsichtiges Andrücken eines feinen und weichen Leinwandläppchens trocknet man das Email ab. Bei Gegenständen, wo es angeht, wird auf die Rückseite ein Gegen-Email von beliebiger Farbe gelegt, um die Steifigkeit zu vermehren, und dem Verziehen in der Hitze vorzubeugen.

Nach diesen Vorbereitungen wird zum Einbrennen geschritten, wozu man sich des schon beschriebenen Muffelofens bedient. Ist das Stück auf beiden Flächen emaillirt, so legt man es auf ein vertieftes Eisenblech, welches nur die Ränder der Arbeit berührt; in anderen Fällen gebraucht man ein flaches Blech oder eine thönerne Platte als Unterlage. Nachdem die Muffel zum Rothglühen erhitzt ist, bringt man die emaillirten Gegenstände hinein, indem man die blecherne oder irdene Unterlage derselben mit der Zange anfaßt. Sobald man einen Anfang der Schmelzung auf dem Email bemerkt, wird die Unterlage behende, aber vorsichtig gedreht, um des gleichförmigsten Einflusses der Hitze gewiß zu seyn. Zeigt endlich das glänzende Ansehen, daß das Email vollkommen geschmolzen ist, so eilt man, das Stück nach dem vordern, weniger heißen Theile der Muffel zu ziehen, wo man es so weit abkühlen läßt, daß es ohne Gefahr herausgenommen werden kann. Längeres Verweilen im Feuer, wenn das Email bereits flüssig ist, könnte das Gold selbst zum Schmelzen bringen. Löthungen an solchen Goldarbeiten, welche emaillirt werden, müssen daher mit einem schwerflüssigen Lothe (Emaillirloth aus 37 Th. Gold, 9 Th. Silber) gemacht seyn. Öfters müssen Arbeiten noch mit einer zweiten Schichte von Email versehen werden; das Auftragen und Einbrennen geschieht dann genau so, wie das erste Mahl. Die emaillirte Fläche wird mittelst eines feinen Sandsteins und Wasser abgeschliffen, dann mit geschlämmtem Tripel (den man mit Wasser auf einem Stäbchen von Lindenholz anwendet) polirt. Durch dieses Verfahren erlangt das Email spiegelnden Glanz; zugleich wird das außerhalb und

zwischen demselben sichtbare Gold blank und rein. Zuweilen überschmelzt man das Ganze noch mit einer dünnen Lage durchsichtigen und farbelosen Glases, welche nöthigen Falls wieder auf die beschriebene Weise polirt wird.

Die emaillirten Gegenstände können mit Verzierungen versehen werden, welche man mittelst zweckmäßig gestalteter Punzen aus feinem Goldbleche ausschlägt, und auf das Email mit einer Zange andrückt, indem man das Ganze vom neuen erhitzt. Die Goldblättchen befestigen sich hierdurch an dem erweichten Email, und können nachher selbst wieder beliebig emaillirt werden. Auf ähnliche Weise lassen sich Basrelifs von Email verfertigen, indem man ein Blättchen sehr dünnen Goldblechs durch Pressen mit einer hohlen Zeichnung versieht, die einzelnen Theile der Vertiefung mit verschieden gefärbtem Email ausfüllt, darüber mehrere Schichten des zum Grunde bestimmten Emails aufträgt, das Ganze mit der Email-Seite auf die Goldarbeit legt, mittelst Gold- oder Eisendraht festbindet, und nun in das Feuer bringt. Der Email-Grund vereinigt sich mit dem Golde, und das Basrelief ist nur noch mit dem dünnen Bleche bedeckt, welches durch Königswasser weggeschafft wird, nachdem man die benachbarten Theile der Arbeit, um sie zu schützen, mit Kopalfirniß bedeckt hat. Dieser letztere wird endlich mit Terpentinöhl wieder abgewaschen. Wenn an einzelnen Stellen das Gold als Grund erscheinen soll, so bemahlt man auch diese Theile sorgfältig mit dem Firnisse, so daß sie von der Wirkung des Königswassers verschont bleiben. Das Email kann, wenn es nöthig seyn sollte, durch Graviren mit einem, in Grabstichelform geschliffenen Achate ausgebessert werden. Wenn man zwei Basreliefs dieser Art, statt sie auf Gold zu befestigen, mit den flachen Rückseiten auf einander legt und zusammenschmelzt, so entstehen Medaillons, deren beide Seiten den nämlichen, oder auch einen verschiedenen Gegenstand enthalten können.

Feine gravirte oder eingepreßte Zeichnungen auf Gold- und Silberarbeiten werden oft mit einer schwarzen Masse ausgefüllt, welche zwar ebenfalls durch Schmelzen befestigt wird, und im Ansehen dem Email gleicht, von letzterem aber in der Zusammensetzung, so wie durch geringere Härte wesentlich verschieden ist.

Hierher gehören die bekannten russischen Tabakdosen rc., so wie die goldenen, silbernen, vergoldeten oder versilberten Uhrzifferblätter, auf welchen die Ziffern und die Theilstriche des Minutenkreises schwarz ausgefüllt sind, und die schwarz emaillirten goldenen Uhrgehäuse. Schon im fünfzehnten Jahrhunderte war diese Art Verzierung unter dem Nahmen Niello gebräuchlich, und man verfertigte sie damahls auf die nämliche Weise, welche jetzt üblich ist. Die schwarze Masse ist eine Zusammensetzung von Schwefelsilber, Schwefelkupfer und Schwefelblei. Man schmelzt 1 Theil feines Silber mit 2 bis 5 Theilen Kupfer und 3 bis 7 Theilen Blei zusammen, gießt 1 Theil dieser Mischung im geschmolzenen Zustande auf 2 Theile Schwefel, welcher sich in einem Tiegel befindet, bedeckt letzteren sogleich, und erhitzt ihn so lange, bis der überschüssige Schwefel verflüchtigt ist. Der Rückstand wird nach dem Erkalten gepulvert, mit Salmiakauflösung angemacht, und in die Gravirung eingerieben, worauf man die wieder rein abgewischten Stücke unter der Muffel bis zum Schmelzen der schwarzen Masse erhitzt, abschleift und polirt.

Das Einlassen mit Farben, welches öfters mit gemeinen Silberarbeiten, mit Bronze-Schmuck, auch wohl mit Gegenständen aus Zinn vorgenommen wird, um ihnen auf eine wohlfeile Art das Ansehen emaillirter Arbeiten zu geben, muß hier schließlich erwähnt werden. Man bedient sich hierzu am besten des Kopalfirnisses, den man mit allerlei Farben (Kienruß, Bleiweiß, Mineralgelb, Zinnober, Engelroth, Berlinerblau, Kobaltblau, Mitis- oder Schweinfurter-Grün rc.) mischt, und mit Terpentinöhl verdünnt. Mittelst eines spitzen eisernen Stiftes werden diese Farben in die vertiefte Zeichnung der übrigens ganz vollendeten Metallarbeit gebracht: sie trocknen bald, besitzen Glanz, und können, bei flüchtiger Betrachtung, allenfalls mit undurchsichtigem Email verwechselt werden. Mastix, den man geschmolzen mit etwas Spicköhl und den nöthigen Farben versetzt, liefert ein ähnliches Resultat, wenn man das Gemisch auf die heiße Arbeit aufträgt, diese dann abschleift und polirt, zuletzt aber wieder etwas erwärmt, um den Farben Glanz zu geben.

K. Karmarsch.

Emailfarben, Emailmahlerei.

Die Emailfarben (Schmelzfarben) sind gefärbte Gläser, welche zum Mahlen auf Glas, auf emaillirten Metallplatten, auf der Glasur von Fayance und Porzellan angewendet, und durch Schmelzen (das sogenannte Einbrennen) befestigt werden. Die Materialien zu diesen Farben können nur aus dem Mineralreiche gewählt werden, weil sie eine beträchtliche Hitze ohne Veränderung aushalten müssen; eben dieser letztere Umstand aber, und der verglaste Zustand der Farben nach der Vollendung eines Gemähldes sind Ursache, daß die Emailmahlerei einen Grad von Dauerhaftigkeit und Unveränderlichkeit besitzt, den keine andere Art von Mahlerei erreicht.

Die Pigmente für diesen Zweig der Farbenbereitung liefern die Metalloxyde und einige andere metallische Verbindungen, welche man auf mancherlei Weise mit einander vermischt, um alle erforderlichen Schattirungen zu gewinnen. Die Farben müssen sehr fein gepulvert und zerrieben, mit glasigen Zusammensetzungen (welche man Flüsse nennt) durch nasses Reiben auf einer Glasplatte innig vermengt, und zum Gebrauche mit Terpentin- oder Spicköhl angemacht werden, welchem man etwas altes (durch mehrmonatliches Stehen verdicktes) Öhl der nämlichen Art zusetzt. Nach dem Aufmahlen, welches mit dem Pinsel auf gewöhnliche Weise verrichtet wird, setzt man die bemahlten Gegenstände einer Hitze aus, bei welcher der Fluß schmilzt, so daß die Farben nicht nur Glanz und Lebhaftigkeit erhalten, sondern auch fest mit der glasigen Unterlage sich vereinigen. Von der Natur dieser Unterlage hängt die Hitze des Einbrennens ab, und nach letzterer muß die Zusammensetzung der Farben bestimmt werden. Zur Mahlerei auf Glas sind die leichtflüssigsten Farben erforderlich, weil das Glas in der Hitze sehr leicht weich wird; strengflüssiger sind die Farben auf Email und Fayance, am schwerflüssigsten die Porzellanfarben So steigt die zum Einbrennen angewendete Hitze von 4 oder 5 Grad bis zu 18 Grad des Wedgwood'schen Pyrometers. Je geringer dieselbe ist, desto schmelzbarer muß der Fluß seyn, und desto mehr muß davon der Farbe zugesetzt werden. Übrigens sollen alle Farben eines Gemähldes,

welche zugleich mit einander eingebrannt werden, im nämlichen Augenblicke schmelzen; und da jedes Metalloxyd eine andere Menge Fluß erfordert, um dieser Forderung zu genügen, so ist leicht einzusehen, daß sich für die Zusammensetzung der Emailfarben keine ganz scharfen Vorschriften geben lassen, sondern kleine Abänderungen in der quantitativen Zusammensetzung der Flüsse, und in dem Verhältnisse des Flusses zur Farbe durchaus den Versuchen des ausübenden Künstlers überlassen bleiben müssen. Mit der Schmelzbarkeit der Farben steht ihre Härte und ihre Fähigkeit, der Abnutzung und den chemischen Einflüssen Widerstand zu leisten, in umgekehrtem Verhältnisse; d. h. je mehr Fluß eine Farbe enthält, desto weniger verträgt sie anhaltende Reibung, und desto leichter unterliegt sie der Einwirkung von Auflösungsmitteln.

Die Flüsse sind zwar im Allgemeinen leichtschmelzende Gläser; allein die quantitative Mischung derselben muß zum Theile nach der Natur der metallischen Farben eingerichtet werden, indem einige Oxyde Bleiglas, andere nur alkalische Gläser vertragen, noch andere am zweckmäßigsten mit einer Mischung aus beiden versetzt werden. Oft reibt man die Farben nur mit dem feingepulverten Flusse zusammen, um sie ohne weitere Vorbereitung zu gebrauchen; und dieß muß immer geschehen, wenn man mit Farben zu thun hat, die sich im Feuer leicht verändern. In anderen Fällen dagegen wird die Farbe mit dem Flusse vorläufig geschmolzen, das gefärbte Glas aber, welches hierdurch entsteht, neuerdings gepulvert und zerrieben. Dieses zweite Verfahren ist jederzeit unerläßlich, wenn ein Metalloxyd, um mit dem Flusse die chemische Verbindung einzugehen und die gehörige Schattirung zu erlangen, mehr Hitze bedarf, als zum Einbrennen angewendet werden kann. Ein Beispiel dieser Art liefert das Kobaltoxyd, ein anderes das Kupferoxyd. Letzteres erscheint, wenn es mit dem Flusse ohne Vorbereitung aufgetragen und bei gelinder Hitze eingebrannt wird, schwarz, liefert dagegen eine schöne grüne Farbe, wenn man es vor der Anwendung mit dem Flusse zusammenschmelzt. Beim Mahlen mit ungeschmolzenen Farben entsteht für den Künstler die Unbequemlichkeit, daß das Gemählde unter seinen Händen anders erscheint, als es nach der Vollendung durch

das Brennen seyn wird, indem viele Farben sich im Feuer bedeutend verändern; so daß der Effekt einer Arbeit nicht während des Fortganges derselben beobachtet, sondern nur von der vorauseilenden Phantasie beurtheilt werden muß. Auch dafür wird durch das vorbereitende Schmelzen der Farben Hülfe geschafft.

Bereitung der Flüsse. Es ist bereits erwähnt worden, daß für verschiedene Farben Flüsse von verschiedener Zusammensetzung erfordert werden, und daß einige der letzteren Bleioxyd in großer Menge enthalten, andere nicht, oder wenigstens in kleineren Antheilen. Man reicht für alle Fälle mit drei Flüssen aus, in welchen die Menge des Bleioxyds verschieden ist. Sie können auf folgende Weise zusammengesetzt werden:

N° 1) **Bleireicher Fluß**: 6 Theile weißer, ausgewaschener und geglühter Quarzsand (oder gepulverter Quarz), 4 bis 5 Th. gelbes Bleioxyd, 2 bis 3 Th. basisch-salpetersaures Wismuthoxyd.

N° 2) **Fluß mit weniger Bleigehalt**: 6 Th. Quarz oder Sand, 4 Th gelbes Bleioxyd, 1 Th. Boraxglas (geschmolzener Borax), 1 Th. Salpeter.

N° 3) **Bleifreier Fluß**: 8 Th. Sand, 4 bis 6 Th. Boraxglas, 1 bis 2 Th. Salpeter, 1 Th. weiße Kreide.

Oder man wählt folgende Mischungen:

N° 4) **Bleireicher Fluß**: 1 Th. Sand, 3 Th. Mennige.

N° 5) **Fluß mit weniger Bleioxyd**: 8 Th. des vorigen Flusses (N° 4), 1 Th. gebrannter Borax.

N° 6) **Bleiarmer Fluß**: 3 Th. geglühter Quarz, Feuerstein oder weißer Sand, 5 Th. gebrannter Borax, 1 Th. Mennige.

Alle zur Bereitung der Flüsse bestimmten Materialien müssen in möglichster Reinheit angewendet, sehr fein gepulvert, und in einer Reibschale von Porzellan oder Steingut sehr innig gemengt werden. Zum Schmelzen bedient man sich starker hessischer Tiegel (welche man, um sie einiger Maßen vor der Einwirkung der Glasmasse zu schützen, innerlich mit Kreide, in Wasser zerrührt, überzieht) und eines gewöhnlichen Windofens, auf welchen ein Dom oder Deckel mit Zugrohr gesetzt wird. Durch eine Thür des Domes gelangt man in das Innere, um den Deckel des Schmelztiegels abzuheben, und den Inhalt mittelst eines

Stahlstäbchens umzurühren. Die Heitzung geschieht mit Holzkohlen. Der Tiegel wird zuerst rothglühend gemacht, dann durch allmähliches Eintragen des pulverigen Gemenges bis zu drei Viertel seines Raumes angefüllt, bedeckt, und nun einige Zeit in gelindem Glühen erhalten, zuletzt aber stärker erhitzt. Ist die Masse vollkommen geschmolzen, so gießt man sie in Wasser aus, trocknet und pulvert sie, beutelt das Pulver durch ein sehr feines Sieb, und bewahrt es in verstopften Flaschen auf.

Bereitung der Farben. Wie bereits angedeutet wurde, können alle Vorschriften zur Bereitung der Emailfarben nur als beiläufiger Anhaltspunkt dienen, und niemahls diejenigen Versuche ersparen, welche der ausübende Künstler selbst anstellen muß, um nicht nur alle Farben seiner Palette von gleichem Grade der Schmelzbarkeit zu erhalten, sondern auch diese Eigenschaft in gehöriges Verhältniß mit der Beschaffenheit der Unterlage, worauf gemahlt wird, zu bringen. Das Glas ist vom Email, und diese beiden sind von den Fayance- und Porzellan-Glasuren so verschieden, und die Glasuren mehrerer Fabriken weichen ebenfalls so sehr von einander ab, daß das genaue Verhältniß der Flüsse, und zum Theil ihre quantitative Zusammensetzung, überall erst das Resultat einer Reihe von aufmerksamen und klug eingeleiteten Versuchen seyn kann.

Die meisten Emailfarben verändern sich in sehr starker Hitze, oder sie verschwinden ganz oder theilweise; daher muß stets darauf geachtet werden, daß die Hitze des Einbrennens nicht stärker sey, als die empfindlichsten oder flüchtigsten Farben sie ohne Nachtheil ertragen. Die aus Gold bereitete Purpur- und Karminfarbe, welche unter allen am wenigsten Hitze auszuhalten vermögen (indem sie gelblich werden, und endlich völlig verschwinden), dienen hierbei gewöhnlich als Führer. Man trägt auf kleine glasirte Porzellanscherben Proben von allen Farben der Palette mit dem Pinsel auf, brennt sie alle zugleich im nämlichen Feuer (in welchem die Purpurfarbe noch unverändert bleibt), und untersucht sie dann, um jene zu entdecken, welche zu viel oder zu wenig Fluß enthalten. Die ersteren besitzen vollkommenen Glanz; allein die Ränder der bemahlten Stellen sehen aus, als habe die Farbe überfließen wollen, was ein großer Fehler ist,

weil eine solche zu leichtflüssige Farbe sich mit anderen, neben ihr aufgetragenen, vermischen würde. Man muß also die Menge des Flusses in dem Maße vermindern, daß die Erscheinung nicht mehr beobachtet wird. Farben dagegen, welche nach dem Brennen matt aussehen, und sich rauh anfühlen, enthalten zu wenig Fluß, und müssen folglich eine größere Menge desselben erhalten, damit sie bei gleicher Hitze mit den übrigen Farben vollkommen verglasen.

Im Folgenden sind nur die Hauptfarben und einige Schattirungen derselben ihrer Zusammensetzung nach angegeben. Die Bereitung aller möglichen Abstufungen durch zweckmäßige Mischung ergibt sich von selbst.

a) Weiße Farbe. 1) Als weiße Farbe dient das gewöhnliche weiße Email (s. Artikel Email); da es sich indessen nicht ohne Schwierigkeit mit dem Pinsel behandeln läßt, so wird es mit Vortheil durch Zinnoxyd ersetzt, welches man auf folgende Weise zubereitet. Sehr reines Zinn wird in kleinen Stücken in Salpetersäure eingetragen, bis sich eine bedeutende Quantität von weißem Oxyde gebildet hat. Den feinern Theil dieses letztern schlämmt man ab, wäscht ihn mit kochendem Wasser einige Mahl aus, läßt ihn auf einem Papierfilter abtropfen und trocknen. Hierauf reibt man dieses Oxyd mit gleich viel Kochsalz zu einem sehr feinen Pulver, welches gesiebt, und in einem neuen hessischen Schmelztiegel zuerst zwei Stunden lang mäßig, dann aber noch durch eine Stunde schärfer geglüht wird. Nach dem Erkalten zerschlägt man den Tiegel, trennt den Inhalt desselben von allen anhängenden Theilchen des Gefäßes, pulvert denselben, reibt das Pulver mit Wasser auf einer Glasplatte ganz fein (wobei sich zuweilen die vollkommene Weiße erst entwickelt), wäscht es wiederhohlt mit heißem Wasser, filtrirt und trocknet es. Drei Theile dieses Oxydes werden mit zwei oder mehr Theilen des Flusses N°. 3 gemengt und zusammengerieben.

2) Eine weiße Farbe liefert auch geraspeltes Hirschhorn, welches in einem Tiegel bis zur weißen Farbe kalzinirt, und mit dem gleichen Gewichte Fluß N°. 5 naß zusammengerieben wird.

b) Gelbe Farben. Man erhält dieselben in der Regel durch Antimonsäure oder antimonsaures Kali; um sie dunkler zu

machen, setzt man basisches schwefelsaures Eisenoxyd zu, welches aus aufgelöstem Eisenvitriol beim Stehen an der Luft niederfällt. Chromsaures Bleioxyd gibt ein schönes Gelb, dessen Darstellung aber nicht immer gleich vollkommen gelingt. Endlich liefern auch das Uranoxyd, das Chlorsilber und das boraxsaure Silberoxyd gelbe Farben.

3) Gelb: 8 Theile Mennige, 1 Th. Antimonsäure und 1 Th. Zinnoxyd (durch Behandlung des Zinns mit Salpetersäure erhalten) werden zusammen unter einer Muffel allmählich zum Rothglühen erhitzt, worauf man die Masse wieder erkalten läßt. Zwei Theile hiervon werden mit 3 Th. des Flusses N° 5 naß zusammengerieben. Man kann auch das Zinnoxyd durch Kalziniren einer Mischung aus Zinn und Blei bereiten; dann wird die Quantität der Mennige in entsprechendem Verhältnisse verringert.

4) Gelb: Man läßt fein gepulvertes Antimon, mit dem 1½fachen Gewichte Salpeter gemengt, durch Eintragen in einen glühenden Schmelztiegel verpuffen, glüht die Masse dann noch eine Viertelstunde, pulvert und zerreibt sie nach dem Erkalten, und wäscht sie mit kochendem Wasser aus. Das zurückbleibende weiße Pulver (welches aus saurem antimonsaurem und antimonigsaurem Kali besteht) wird mit dem gleichen, ja selbst mit dem doppelten Gewichte Mennige gegen eine Stunde lang in einem Schmelztiegel mäßig geglüht. Die Farbe, welche desto blässer ausfällt, je mehr sie Bleioxyd enthält, wird mit ungefähr gleich viel Fluß N° 1 oder 4 zusammengerieben. — Auch das Kasseler-Gelb und Neapelgelb (Bd. II. S. 362) mit diesen Flüssen versetzt, sind schöne gelbe Emailfarben.

5) Schwefelgelb. Man reibt und schmelzt zusammen: 1 Th. Antimonsäure, 6 bis 8 Th. basisches schwefelsaures Eisenoxyd, 4 Th. Zinkoxyd, 36 Th. Fluß N° 4. Um dieses Gelb härter zu machen, wird es mit dem doppelten Gewichte gewöhnlichen weißen Emails geschmolzen.

6) Gelb, zu gemischten Farben: 2 Th. Antimonsäure, 1 Th. basisch schwefelsaures Eisenoxyd, 9 bis 10 Th. Fluß N° 4. Wird geschmolzen.

7) Jonquillen-Gelb. Man schmelzt: 1 Th. Antimon-

säure, 2 Th. einer kalzinirten Mischung aus gleich viel Zinn und Blei, 1 Th. kohlensaures Natron, 24 Th. Fluß N°. 4.

8) Wachsgelb: 2 Th. Antimonoxyd, 4 Th. Quarzsand, 18 Th. Bleiglätte, 1 bis 2 Th. Terra di Siena. Wird geschmolzen. Härter wird dieses Gelb, wenn man es mit weißem Email oder mit Sand vermengt und zusammenreibt, ohne es jedoch von Neuem zu schmelzen.

9) Nankingelb: 1 Th. basisch schwefelsaures Eisenoxyd, 2 Th. Zinkoxyd, 10 Th. Fluß N°. 4 (oder, wenn die Farbe dunkler werden soll, 8 Th. der Flusses N°. 5). Die Mischung wird bloß gerieben, und nicht geschmolzen.

10) Ochergelb, blaß: 1 Th. basisch schwefelsaures Eisenoxyd, 2 Th. Zinkoxyd, 6 Th. Fluß N°. 5. Bloß zusammengerieben.

11) Ochergelb, dunkel: 1 Th. basisch schwefelsaures Eisenoxyd, 1 Th. Zinkoxyd, 5 Th. Fluß N°. 5. Zusammengerieben. Die Farbe wird noch dunkler, wenn man ihr den zehnten Theil Terra di Siena zusetzt.

12) Isabellgelb: 80 Th. Gelb N°. 6, 1 Th. basisch schwefelsaures Eisenoxyd, welches geglüht worden ist, bis es eine schöne dunkelrothe Farbe erlangt hat, 3 Th. Fluß N°. 5.

13) Orange. Ein inniges Gemenge aus 3 Th. Quarzpulver, 4 Th. Antimonoxyd, 8 Th. des durch Glühen schön roth gewordenen basisch schwefelsauren Eisenoxydes, und 12 Th. Mennige wird bis zu einem Grade erhitzt, bei welchem es nicht völlig zum Schmelzen kommt, dann fein zerrieben, und mit dem doppelten Gewichte Fluß N°. 5 versetzt.

14) Orange. Chromsaures Bleioxyd, mit dem dreifachen Gewichte Mennige geschmolzen.

c) Purpurroth, Violett und Karmin. Diese kostbaren und prächtigen Farben werden mittelst des Goldpurpurs dargestellt, d. h. jenes Niederschlages, welchen verdünnte Auflösungen von salzsaurem Zinnoxydul und salzsaurem Goldoxyde mit einander erzeugen (s. Artikel Gold).

15) Purpurroth. Der reine Purpur, welchen man sogleich nach der Fällung und dem Auswaschen, ohne ihn vorher zu trocknen, mit 2 bis 6 Th. Fluß N°. 3 oder N°. 6 vermengt.

16) Dunkel Violett liefert ebenfalls der Goldpurpur, wenn man ihm (statt der eben erwähnten Flüsse) etwas von dem Flusse N°. 4 beimischt. Manchmahl wird auch Blau zugesetzt.

17) Karmin. Entsteht durch Versetzung des Goldpurpurs mit verschiedenen Mengen Chlorsilber. Man schmelzt letzteres vorher mit dem zehnfachen Gewichte Fluß N°. 6, vermengt auch den Goldpurpur mit diesem Flusse, und reibt das Ganze zusammen. Man kann auch die Fällung des Goldpurpurs auf solche Weise vornehmen, daß er sogleich in Vermengung mit Chlorsilber sich niederschlägt. Zu diesem Behufe tröpfelt man in eine große Menge Wasser unter Umrühren zuerst etwas Zinnauflösung, dann ein wenig salpetersaures Silber, und endlich sogleich die Goldauflösung. Die verhältnißmäßige Menge der drei Auflösungen ist durch Versuche zu bestimmen. Der Niederschlag wird mit ungefähr gleich viel (oder etwas mehr) Fluß N°. 3 oder N°. 6 versetzt.

d) Rothe Farben. Sie werden (mit Ausnahme des Purpurs) sämmtlich aus Eisen erhalten. Da das Eisenoxyd durch verschiedene Grade des Glühens alle Farbenabstufungen vom hellen Roth bis ins bräunliche Violett annimmt (s. Art. Engelroth); so hat man es in seiner Gewalt, sehr zahlreiche Schattirungen zu erzeugen, bloß indem man kupferfreien Eisenvitriol oder basisches schwefelsaures Eisenoxyd mehr oder weniger stark erhitzt. Durch gelindes Glühen wird die Farbe fleischroth, durch stärkere Hitze hochroth, in noch größerem Feuer dunkelroth, braun und endlich violett.

18) Die verschiedenen rothen Farben, welche man auf eben angezeigte Weise erhält, werden mit dem doppelten oder dreifachen Gewichte Fluß N°. 1 oder N°. 5 zusammengerieben, aber nicht geschmolzen. Ein Zusatz von Gelb N°. 5 oder N°. 6 erhöht die Farbe des dunkleren Eisenroths.

19) Fleischroth kann allein schon durch leichtes Glühen des Eisenvitriols erhalten werden; blässer fällt es aus, wenn man diesem dabei Alaun zusetzt. Man vermengt Vitriol und Alaun in grobgepulvertem Zustande, läßt sie in der Wärme zerfließen, steigert dann die Erhitzung bis zum Erscheinen der gehörigen Farbe, und wäscht den Rückstand mit heißem Wasser

aus. Man kann dazu den Fluß No. 2 anwenden (1 bis 2 Theile auf 1 Th. Farbe).

20) Ziegelroth: 12 Th. Ochergelb No. 11, 1 Th. rothes Eisenoxyd.

e) Braune Farben. Man gewinnt verschiedene Abstufungen von Braun durch Anwendung des bis zur braunen Farbe kalzinirten Eisenoxydes, so wie durch Mischung des Eisenoxydes mit Braunstein, Kobaltoxyd und Kupferoxyd, und versetzt sie mit 2 bis 3 Th. Fluß. Man kann die Flüsse No. 1, 2, 5 dazu anwenden.

21) Nelkenbraun. Das Ochergelb No. 11, mit etwas Kobaltoxyd (oder an dessen Stelle Umbra und Terra di Siena). Zusammengerieben.

22) Haarbraun: 15 Th. Ochergelb No. 11, 1 Th. Kobaltoxyd; das Gemenge fein zerrieben und geglüht, bis die gewünschte Schattirung erhalten wird. Etwas Braunstein macht die Farbe dunkler.

f) Graue Farben. Sie entstehen durch Mischung des Schwarz mit Weiß, und werden mittelst Blau und Gelb auf verschiedene Weise nüancirt.

23) Grau: 2 Th. schwarzes Email, 1 Th. weißes Email, 4 Th. Gelb No. 7, 12 bis 13 Th. Fluß No. 4. Man setzt oft auch etwas Blau zu. Die Ingredienzien werden bloß zusammengerieben, nicht geschmolzen.

24) Rauchgrau: 1 Th. Braunstein, roh; 1 Th. Braunstein, schwach geglüht; 3 Th. Fluß No. 4, 1 Th. geschmolzener Borax. Feingerieben, öfters noch mit Zusatz von etwas Kobaltoxyd.

25) Bläulichgrau, für Mischungen: 8 Th. eines Glases, welches durch Zusammenschmelzen von Kobaltoxyd mit der dreifachen Menge Fluß No. 4 erhalten ist; 1 Th. Zinkoxyd; 1 Th. Eisenoxyd, bis zur violetten Farbe geglüht; 3 Th. Fluß No. 5. Zusammengerieben. Etwas Braunstein macht die Farbe grauer.

g) Schwarze Farbe. Man erhält dieselbe gewöhnlich durch eine Mischung aus Braunstein, Kobaltoxyd und Kupferoxyd, zuweilen mittelst Eisenoxyd, welches bis zur schwarzen Färbung (als Folge der Reduktion zu Oxydoxydul) geglüht ist.

Übrigens gibt auch sehr fein zertheiltes metallisches Platin (oder Platinoxydul?) eine schwarze Emailfarbe. Man vermischt zu diesem Behufe die verdünnte Auflösung des Platins in Königswasser mit der des (möglichst neutralen) salpetersauren Quecksilberoxyduls, erhitzt den Niederschlag (ohne ihn zu glühen) zur Verflüchtigung des darin enthaltenen Chlorquecksilbers, und versetzt das zurückbleibende schwarze Pulver mit einem Flusse.

26) Schwarz: 1 Th. Braunstein, 1 Th. Kobaltoxyd, 1 Th. Kupferoxyd, 5 Th. Fluß N°. 2. Wird zusammengerieben, nicht geschmolzen.

27) Schwarz: Man schmelzt zusammen 4 Th. Kobaltoxyd, 4 Th. Kupferoxyd, 4 Th. Braunstein, 12 Th. Fluß N°. 4, 1 Th. geschmolzenen Borax, pulvert das erhaltene Glas, und mengt noch 1 Th. Kobaltoxyd und 2 Th. Kupferoxyd durch Reiben darunter.

28) Schwarz: 20 Th. Umbra, welche bis zum Erscheinen der schwarzen Farbe geglüht ist, 20 Th. Kobaltoxyd, 21 Th. Flintglas, 15 Th. Borax und 12 Th. Mennige werden zusammen geglüht; und dann reibt man 2 Th. dieser Mischung mit 1 Th. Fluß N°. 5 naß zusammen.

29) Schwarz, welches sehr schön ist, aber sich nicht gut mit andern Farben mischt: Kupferoxyd, mit dem doppelten Gewichte Fluß N°. 5 zusammengerieben.

h) Blaue Farben. Alles Blau wird mittelst Kobaltoxyd erhalten, welches aber, um diese Farbe zu zeigen, mit dem Flusse bei starker Hitze zusammengeschmolzen werden muß.

30) Indigblau. 3 Th. Kobaltoxyd werden mit 2 bis 5 Th. Fluß N°. 3 oder N°. 6 in starkem Feuer 1½ Stunden lang geschmolzen, dann fein zerrieben.

31) Türkisblau: 1 Th. Kobaltoxyd, 3 bis 5 Th. Zinkoxyd, 6 Th. Fluß N°. 5. Geschmolzen.

32) Azurblau. 1 Th. Kobaltoxyd, 2 Th. Zinkoxyd, 8 Th. Fluß N°. 5. Wird geschmolzen. Soll die Farbe dunkler werden, so vermindert man die Menge des Flusses.

33) Himmelblau. Ist die vorige Farbe, mit mehr Fluß (z. B. 12 Th.)

34) **Violettblau:** 2 Th. Himmelblau (N°. 33), und 1 Theil Violett (N°. 16) werden bloß zusammen gerieben. Durch mehr oder weniger Violett wird die Farbe verschiedentlich nüancirt.

i) **Grüne Farben.** Kupferoxyd und Chromoxydul werden zur Erzeugung der grünen Farbe angewendet; die verschiedenen Schattirungen gewinnt man zum Theil durch Zusatz von Blau und Gelb. Zuweilen auch wird durch Mischung von Gelb und Blau allein die grüne Farbe bereitet. Das Kupferoxyd entwickelt die grüne Farbe erst, wenn es mit einem Flusse bei starker Glühhitze geschmolzen wird; außerdem erscheint es schwarz.

35) **Grün:** 4 Th. Kupferoxyd, 1 Th. Antimonsäure oder antimonsaures Kali (dessen Darstellung bei Gelb N°. 4 angegeben ist), 6 Th. Fluß N°. 2. zusammengeschmolzen.

36) **Smaragdgrün:** 1 Th. Kupferoxyd, 10 Th. Antimonsäure, 30 Th. Fluß N°. 4. Wird geschmolzen.

37) **Grasgrün.** Chromoxydul mit dem zwei- bis dreifachen Gewichte Fluß N°. 3. oder 6. zusammengerieben und, wenn man will, geschmolzen.

38) **Bläulichgrün.** Man setzt ein fein zerriebenes Gemenge von 1 Th. Chromoxydul und 2 Th. Kobaltoxyd dem Starkfeuer des Porzellanofens aus, stößt die zusammengesinterte Masse zu Pulver, und reibt sie mit dem dreifachen Gewichte Fluß N°. 3 oder 6 ab.

39) **Gelblichgrüne Farben** werden aus Chromoxydul und dem Flusse N°. 3 oder 6 bereitet, indem man mehr oder weniger von Gelb N°. 6 hinzufügt.

Anwendung der Emailfarben, Emailmahlerei. Über die Anwendung der Emailfarben wird, so weit dieselbe das Mahlen auf Glas, Fayance und Porzellan betrifft, in den Artikeln **Glasmahlerei** und **Porzellan** das Nöthige vorkommen. Hier soll nur die Rede von der **Emailmahlerei** im engern Sinne, d. h. vom Mahlen auf emaillirten Metallen, die Rede seyn.

Die Metalle, auf welchen Emailgemählde ausgeführt werden (Gold und Kupfer), erhalten als Grund einen Überzug von undurchsichtigem weißem Email. Man gibt der Platte (welche meist ein wenig konvex ist) einen schmalen und niedrigen Rand,

welcher das Email vor dem Herabfallen sichert, wenn man es als nasses Pulver mit einer Spatel aufträgt; oder wenn das Email nicht die ganze Fläche bedecken soll, arbeitet man eine Vertiefung von gehöriger Gestalt und Größe mittelst des Grabstichels aus, und macht sie durch feine eingerissene Linien (auch durch Kratzen mit einer abgebrochenen Feile) rauh, um das Anhaften des Emails zu befördern. Hierauf kocht man die Platte (um alle Fettigkeit wegzunehmen) in Pottaschenlauge, wäscht sie in sehr verdünnter Schwefelsäure, dann in reinem Wasser ab, und schreitet nun zum Emailliren. Diese Arbeit wird gänzlich auf die Weise verrichtet, welche im Artikel Email (S. 272) für das Emailliren der Uhrzifferblätter angegeben ist. Auch hier wird in der Regel die Rückseite des Bleches mit einem dünnen Gegen-Email versehen. Die emaillirte Fläche wird mittelst eines feinen Sandsteines, den man naß anwendet, sorgfältig geebnet, und kann sodann bemahlt werden. Die auf einer Glasplatte oder einer Platte von Achat mit Spicköhl höchst fein angeriebenen Farben werden mittelst des Pinsels wie bei der gewöhnlichen Mahlerei behandelt, und der Mahler hat neben sich einen kleinen, durch schwaches Kohlenfeuer erwärmten Ofen, auf welchem er nach Erforderniß seine Arbeit trocknet. Das Einbrennen der Farben wird in demselben Ofen, mit den nämlichen Handgriffen verrichtet, wie vorher das Emailliren; und wenn durch den Glanz der ganzen Oberfläche sich zeigt, daß die Farben sämmtlich geschmolzen sind, zieht man das Stück heraus, um es allmählich erkalten zu lassen. An den Stellen, wo es nöthig scheint, wird sodann mit den Farben nachgeholfen, und das Einbrennen wiederhohlt. Auf diese Weise muß manches Gemählde drei oder vier Mahl in das Feuer kommen, bis es vollendet ist. Hierbei versetzt man gern die später aufgetragenen Farben mit etwas mehr Fluß, und wendet demnach, um dieselben zu schmelzen, geringere Hitze an, um dem Verfließen der zuerst aufgemahlten Theile ganz sicher vorzubeugen.

K. Karmarsch.

Engelroth (Eisenroth).

Mit diesem Nahmen, so wie mit den gleichbedeutenden Benennungen Englisch-Roth, Berliner-Roth, Braun-

roth, rothe Farbe, Kolkothar und Caput mortuum bezeichnet man in der technischen Sprache das rothe Eisenoxyd, welches als Farbe zum Anstreichen von Holz- und Mauerwerk gebraucht wird. Gehörig fein zerrieben und geschlämmt dient das Eisenoxyd überdieß mit Öhl oder Wasser, zum Poliren von Gold und Silber, Stahl, Glas und harten Steinen, so wie zum Schärfen der Rasiermesser auf den Abziehriemen (s. Bd. I. S. 117). Als Polirmittel führt es gewöhnlich den Nahmen Polirroth oder Rouge, auch crocus (nämlich crocus martis, d. i. Eisensafran). Es wird endlich in der Öhl-, Porzellan- und Emailmahlerei benutzt.

Zu diesen mannigfaltigen Anwendungen gewinnt man das Eisenoxyd auf verschiedene Weise, und indem es hierbei mehr oder weniger rein, im Zustande einer mehr oder weniger feinen Zertheilung erhalten wird, zeigt es eine verschiedene Farbe. Gewöhnlich ist seine rothe Farbe bräunlich, öfters aber auch ziemlich hell und schön; manchmahl geht sie in das Violette und selbst in das Schwärzlichbraune über. Immer wird das Eisenoxyd durch starkes Glühen dunkler von Farbe, und daher hat ein größerer oder geringerer Hitzegrad, bei seiner Bereitung angewendet, auffallenden Einfluß auf die Schattirung. Durch die Hitze wird zugleich die Härte der Eisenoxyd-Theilchen vermehrt, und deßwegen ist zum Poliren des Stahls vorzugsweise das dunklere (braune oder violette) Rouge geschätzt, während die helleren (rothen) Sorten für Gold und Silber besonders taugen. Auf diesen Unterschied gründen sich die Benennungen Gold-Rouge und Stahl-Rouge. Schon in starker Rothglühhitze scheint sich das Eisenoxyd theilweise zu Oxydoxydul zu reduziren, und es hängt vielleicht hiervon allein die dunklere Farbe ab, weil das Eisenoxydoxydul schwarz ist (s. Artikel Eisen). Beim Weißglühen ist diese Reduktion unverkennbar; denn Eisenoxyd, welches einige Zeit in diesem starken Hitzegrade erhalten worden ist, und dadurch eine dunkel violette oder schwarzbraune Farbe angenommen hat, wird in bedeutender Menge vom Magnete angezogen. Währt die Hitze lange genug, so ist die Reduktion vollständig, und das entstandene Eisenoxydul schmilzt in eine grauschwarze, poröse, etwas glänzende Masse zusammen.

Für den Gebrauch als Farbe, wozu das Eisenoxyd in großer Menge und um wohlfeilen Preis verlangt wird, könnte dessen absichtliche Bereitung sich nicht lohnen; man erzeugt es daher zu diesem Behufe nur dort, wo es als Nebenprodukt bei einem andern chemischen Prozesse abfällt. Dieß ist der Fall:

a) Bei der Bereitung der Nordhäuser Schwefelsäure (des rauchenden Vitriolöhls) durch Glühen von Eisenvitriol (s. Schwefelsäure), wobei das Eisenoxyd den Rückstand bildet, und zwar vermengt mit einer geringen Menge basisch schwefelsauren Eisenoxydes, so wie mit den Oxyden derjenigen schwefelsauren Salze, welche im Vitriole als Verunreinigung enthalten waren (Kupferoxyd, Manganoxydul, Zinkoxyd).

b) Bei der ältern (nunmehr meist aufgegebenen) Bereitungsart der Salpetersäure durch Glühen eines Gemenges von kalzinirtem Eisenvitriol mit Salpeter, wobei im Rückstande das Eisenoxyd mit schwefelsaurem Kali vermengt erhalten wird, daher mit Wasser ausgewaschen werden muß, um das Salz zu entfernen.

c) Bei der (jetzt gleichfalls veralteten) Methode, Salzsäure durch Erhitzen von Kochsalz mit Eisenvitriol darzustellen, wo dem zurückgebliebenen Eisenoxyd schwefelsaures Natron beigemengt ist, das man gleichfalls durch Auswaschen wegschafft.

d) Bei der Alaun- und Eisenvitriol-Siederei, wo der aus den Rohlaugen beim Stehen sich absetzende Schlamm (s. Alaun, Bd. I. S. 205, und Eisen, Bd. IV. S. 35) aus basisch schwefelsaurem Eisenoxyde (welches hauptsächlich mit schwefelsaurem Kalk verunreinigt ist) besteht. Durch Glühen (z. B. auf dem Herde eines Flammenofens) wird die Schwefelsäure ausgetrieben und das Eisenoxyd gewonnen.

Der nach a) bei der Bereitung der Nordhäuser Schwefelsäure erhaltene Kolkothar dient gewöhnlich zum Poliren optischer Gläser. Er muß jedoch zu diesem Gebrauche erst fein zerstoßen, dann zur Entfernung der noch anhängenden Schwefelsäure mit heißem Wasser mehrere Mahl ausgewaschen, neuerdings naß zerrieben, und dann gehörig geschlämmt werden, so daß man nur die feinsten Theile absondert.

Für die Anwendung des Eisenoxydes in der Öhlmahlerei,

Porzellan-, Email- und Glasmahlerei, so wie zum Theil als Polirmittel, reicht eine Reinigung des im Großen als Nebenprodukt erhaltenen Oxydes durch Schlämmen nicht durchaus hin, weil man theils eine größere chemische Reinheit (von welcher die Farbe mit abhängt), theils gewisse Schattirungen fordert, welche nur durch abgeänderte Bereitung zu erhalten sind. Es ist aus letzterem Grunde nothwendig, die verschiedenen Darstellungsmethoden, welche im Folgenden angezeigt sind, zu kennen.

1) Man zersetzt Eisenvitriol (schwefelsaures Eisenoxydul) durch die Hitze. Dieß ist zwar der nämliche Prozeß, welcher fabrikmäßig bei der Bereitung der rauchenden Schwefelsäure ausgeübt wird, wo das Eisenoxyd nur ein Nebenprodukt bildet; allein wenn das Verfahren im Kleinen benutzt wird, um das Eisenoxyd reiner darzustellen, so geht es an, ganz reinen, oder wenigstens kupferfreien Vitriol anzuwenden, was bei der Fabrikation der Schwefelsäure weder nöthig, noch (der Ökonomie wegen) möglich ist. Eine größere Menge Kupferoxyd aber, welches nach der Zersetzung des kupferhaltigen Vitriols dem Eisenoxyde beigemengt bleibt, macht die Farbe desselben dunkel und unansehnlich. — Der krystallisirte Eisenvitriol wird bis zur weißen Farbe kalzinirt, d. h. zur Entfernung seines Wassergehaltes in einer eisernen Pfanne erhitzt, bis er schmelzt, und hierauf so lange über dem Feuer gerührt, bis er wieder trocken geworden ist, wobei er von selbst zu einem ziemlich feinen, gelblichweißen Pulver zerfällt. Dieses wird zerrieben, gesiebt, und sodann im Windofen, in einem bedeckten hessischen Schmelztiegel 1 bis 1$^1/_2$ Stunde, oder überhaupt so lange schwach geglüht, bis beim Herausnehmen des Tiegels aus dem Feuer keine Entwicklung von schwefelsauren Dämpfen mehr bemerkt wird. Es entweicht zugleich schwefeligsaures Gas, weil ein Theil Schwefelsäure zerlegt wird, um durch seinen Sauerstoff das Eisenoxydul in Eisenoxyd zu verwandeln. Man erhält so ein schön rothes Pulver, welches man im Mörser fein zerreibt, und dann schlämmt. Wird das Glühen stärker und länger fortgesetzt, so fällt das Oxyd dunkelroth oder violett aus.

2) Man glüht basisch schwefelsaures Eisenoxyd. Um dieses Salz zu bereiten, übergießt man krystallisirten Eisenvitriol in

einer eisernen Pfanne oder in einer porzellanenen Schale mit ungefähr dem gleichen Gewichte Wasser, setzt eine geringe Menge Salpetersäure zu, und bringt die Flüssigkeit zum Kochen. Es entwickelt sich, indem der Vitriol aufgelöset wird, viel rother salpetrigsaurer Dampf, und wenn derselbe aufhört, setzt man wieder etwas Salpetersäure zu, wobei man sich in Acht zu nehmen hat, daß die Flüssigkeit nicht überschäumt. Den Zusatz von Salpetersäure erneuert man von Zeit zu Zeit so oft, bis derselbe keine rothen Dämpfe mehr hervorbringt. Durch dieses Verfahren wird der Vitriol in eine Auflösung von neutralem schwefelsauren Eisenoxyde verwandelt, während viel basisches schwefelsaures Eisenoxyd als ein hellgelber Schlamm sich zu Boden setzt. Die Flüssigkeit gießt man ab, den Bodensatz aber trocknet man in der Schale unter beständigem Rühren vollkommen ein, zerreibt ihn hierauf zu Pulver, und glüht dieses in einem thönernen Schmelztiegel, bis es aufhört, Schwefelsäure auszudampfen. Es erhält so, wenn die Hitze nicht zu stark war, eine schöne und helle rothe Farbe. Durch stärkeres Glühen wird es dunkelroth, und endlich grau; nimmt man aber diese graue, zum Theil in Klümpchen zusammengebackene Masse in den Mörser und zerreibt sie, so liefert sie ein violettes Pulver von desto schönerer Farbe, je feiner es zerrieben wird. Bei dieser Bereitungsart des Eisenoxydes ist die Anwendung eines kupferfreien Vitriols gar nicht nöthig, weil der Kupfergehalt nicht in das basische Salz übergeht, sondern in der abgegossenen Auflösung des neutralen schwefelsauren Eisenoxydes zurückbleibt.

3) Man glüht Eisenvitriol mit Kochsalz. Der Vitriol wird zur weißen Farbe kalzinirt, fein gepulvert, gesiebt, und mit einem gleichen Gewichte des ebenfalls zerriebenen Kochsalzes innig gemengt. Man füllt diese Mengung in einen hessischen Tiegel, welcher etwas geräumig seyn muß, weil die Masse beim Schmelzen sich aufbläht, und setzt denselben, bedeckt, eine Stunde lang der starken Rothglühhitze aus. Es entsteht hierbei, durch gegenseitige Zersetzung des Kochsalzes und des Vitriols, schwefelsaures Natron und salzsaures Eisenoxyd; letzteres läßt seine Salzsäure fahren, und es bleibt folglich das Eisenoxyd mit dem schwefelsauren Natron vermengt in dem Rückstande, welcher nach dem

Erkalten auf dem Boden und an den Wänden des Tiegels gefunden wird. Wäscht man den Tiegel mit Wasser aus, so setzt sich aus diesem sehr schnell das Oxyd in röthlichgrauen, metallisch glänzenden Blättchen und Schuppen ab, welche sich schwer (am besten im nassen Zustande) zerreiben lassen, und dann ein violettes, noch immer in seinen einzelnen Theilen glänzendes Pulver geben. Des Schlämmens bedarf das Eisenoxyd, wenn es auf diese Weise bereitet wird, nicht. Man hat dasselbe vorzugsweise zum Auftragen auf Abziehriemen, um die Rasiermesser zu schärfen, empfohlen; auch dient dasselbe gut zum Poliren optischer Gläser.

4) Man erhitzt weißkalzinirten Eisenvitriol (1 Theil) mit Salpeter (1½ Theile). Das feinpulverige Gemenge von beiden Salzen wird in einen schon voraus glühend gemachten hessischen Tiegel portionenweise nach und nach eingetragen, um zu starkes Aufblähen zu verhüten; zuletzt bedeckt man den Tiegel, und erhält ihn noch eine halbe Stunde oder länger (überhaupt bis keine salpetersauren und salpetrigsauren Dämpfe mehr entweichen) in der Glühhitze. Es entsteht anfangs salpetersaures Eisenoxyd und schwefelsaures Kali, von welchem ersteres späterhin die Säure, größtentheils zersetzt, fahren läßt, so, daß das Eisenoxyd zurückbleibt. Man wäscht es mit Wasser aus, um das schwefelsaure Kali wegzuschaffen. Es besitzt, wenn die Hitze nicht stark und anhaltend genug, folglich die Zersetzung des Vitriols unvollkommen war, eine unansehnliche gelblichbraune Farbe, wird aber bei stärkerem Glühen braunroth, und endlich fast schwarz.

5) Man bereitet salpetersaures Eisenoxyd durch Auflösung von Eisen (z. B. alten Nägeln, Blechabschnitzeln, Feilspänen rc.) in mäßig starker Salpetersäure, dampft die filtrirte Flüssigkeit bis zur Trockenheit ab, und glüht den Rückstand etwa eine halbe Stunde lang in einem thönernen Schmelztiegel. Das Oxyd, welches man auf diese Weise erhält, ist von violettrother Farbe.

6) Man stellt basisch salpetersaures Eisenoxyd dar, indem man einer salpetersauren Eisenauflösung Pottaschenlauge in solcher Menge zusetzt, daß von ersterer ein Überschuß bleibt, von dem braunen Niederschlage die Flüssigkeit abgießt, ihn in einer Schale bis zur Trockenheit abdampft, und endlich glüht, um die

Salpetersäure fortzutreiben. Man erhält so ein schön braunrothes Oxyd von etwas dunkler Farbe. Die Fällung der Eisenauflösung durch die Pottasche muß in einem geräumigen Gefäße vorgenommen werden, damit die unter starkem Aufbrausen entweichende Kohlensäure kein Überlaufen bewirkt.

7) Man verschafft sich Eisenoxydhydrat, und erhitzt dasselbe bis zum Anfange des Glühens, wodurch es das Wasser verliert, und eine schön dunkelrothe Farbe erhält. Das Eisenoxydhydrat kann sehr zweckmäßig aus der Auflösung des schwefelsauren Eisenoxydes gewonnen werden, welche (nach 2) bei der Bereitung des basischen schwefelsauren Eisenoxydes von diesem abgegossen worden ist. Es wird nämlich das schwefelsaure Eisenoxyd allmählich in eine Pottaschenauflösung geschüttet, wobei Kohlensäure unter Aufschäumen entweicht. Der Niederschlag (das Eisenoxydhydrat) wird, nach dem Abgießen der darüber stehenden Flüssigkeit, zu wiederhohlten Mahlen mit Wasser ausgewaschen, dann (um das Filtriren zu ersparen) in einer irdenen Schale oder eisernen Pfanne über dem Feuer eingetrocknet, zerrieben, und zum Glühen in einen hessischen Tiegel eingefüllt.

Zwei als Farbe gebrauchte Mineralien, der gelbe und braune Ocher (Eisenocher) und die Umbra (Umbererde) *) sind natürliche Gemenge von Eisenoxydhydrat mit Thon oder feinem Sande. Durch Glühen (Brennen) geht das Wasser des Hydrates verloren, und das zurückbleibende wasserfreie Oxyd zeigt eine mehr oder weniger veränderte Farbe, je nach dem Grade der angewendeten Hitze und der natürlichen Reinheit des Fossils. Der rohe Ocher ist gelblichbraun, bräunlichgelb oder hellgelb, der gebrannte Ocher dagegen braunroth. Die Umbra im natürlichen Zustande hat eine dunkel gelblichbraune, kastanienbraune oder leberbraune Farbe, die gebrannte Umbra ist rothbraun.

8) Man übergießt reine Eisenfeilspäne in einer flachen Schale mit wenig Wasser, und läßt sie längere Zeit, unter öfterem Umrühren, der Luft ausgesetzt. Es bildet sich allmählich ein schwarzes Oxyd, welches man täglich ein Mahl durch Schläm-

*) Von der Umbra gehört nur die sogenannte türkische hierher; denn die köllnische Umbra (das Köllnisch-Braun) ist erdige Braunkohle. Der rothe Eisenocher enthält das Eisenoxyd im wasserfreien Zustande.

men absondert, indem man mehr Wasser auf die Feilspäne schüttet, und dasselbe, nach sorgfältigem Umrühren, sogleich wieder abgießt. Das aus dem Wasser niederfallende Pulver wird beim Trocknen gelbbraun oder röthlichbraun, beim nachherigen Glühen schwarzbraun oder dunkel violett. Diese Methode ist sehr wohlfeil, aber wenig ergiebig, so, daß wenigstens mehrere Wochen erforderlich sind, um eine etwas beträchtliche Menge Eisenoxyd zu erhalten. Man kann auch die benetzten Feilspäne trocknen lassen, den gebildeten Rost durch Reiben und Schlämmen absondern, und dann glühen; in diesem Falle erhält man ein Oxyd von hellerer Farbe.

9) Man schlägt eine Eisenvitriol-Auflösung durch kohlensaures Kali (Pottasche) nieder, trocknet und glühet den Niederschlag. Da der Eisenvitriol gewöhnlich nicht frei von Eisenoxyd ist, so erscheint der Niederschlag schmutziggrün, als ein Gemenge von kohlensaurem Eisenoxydul und kohlensaurem Eisenoxydoxydul. Wird er nach dem Abgießen der Flüssigkeit, und wiederholtem Abspülen mit Wasser, über dem Feuer schnell abgedampft und eingetrocknet, so läßt er sich dann leicht zu einem zarten dunkelbraunen Pulver zerreiben, welches durch Glühen fast schwarz wird (Eisenoxydoxydul). Läßt man aber den noch mit Wasser gemengten, breiartigen Niederschlag an einem warmen Orte allmählich eintrocknen, so oxydirt sich ein bedeutender Theil desselben zu Eisenoxydhydrat, er wird dadurch gelbbraun, und erscheint nach dem Glühen braunroth oder violett. Es ist offenbar, daß die Farbe dieses Oxydes desto mehr der hellrothen sich nähern muß, je mehr es an der Luft Gelegenheit gehabt hat, Sauerstoff aufzunehmen. Hierdurch hat man es einiger Maßen in seiner Gewalt, die Schattirung voraus zu bestimmen.

10) Man erhitzt (röstet) Achtsiebentel-Schwefeleisen, welches durch Zusammenschmelzen von Eisen und Schwefel bereitet wird (s. Art. Eisen) unter Luftzutritt und öfterem Umrühren so lange, bis aller Schwefel verbrannt und verflüchtigt, und das Eisen vollständig oxydirt ist. Diese Operation ist langwierig, und erfordert gegen das Ende starke Glühhitze; sie kann aber, bei der Wohlfeilheit des Schwefeleisens, dennoch unter gewissen Umständen in ökonomischer Hinsicht vortheilhaft seyn.

K. Karmarsch.

Erdbohrer.

Die Operation des Bohrens mit dem Erdbohrer besteht in dem Durchsinken verschiedener Gebirgsschichten oder Gebirgsmassen mittelst eines besonders dazu vorgerichteten Instrumentes, und hat hauptsächlich die Aufsuchung und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien, so wie die Aufsuchung von Quellwassern zum Zwecke. Außerdem bedient man sich noch des Erd- oder **Bergbohrers** zur Beförderung des Wetter- oder Luftzuges in Gruben, z. B. um zwei in verschiedenem Niveau liegende Strecken mit einander in Verbindung zu setzen, und eben so auch um manchen Grubenbauen Wasserlosung zu verschaffen. Endlich benützt man den Erdbohrer auch zur Untersuchung alter Grubenbaue oder des sogenannten alten Mannes, der voll Wasser ist, und dessen Ausdehnung man in manchen Fällen, wie z. B. in der Gegend von Lüttich und Mons in Belgien, nicht kennt, und der daher den benachbarten Grubenbauen leicht gefährlich werden könnte.

Obgleich die Anwendung des Erdbohrers bei bergmännischen Versucharbeiten sehr bequem und wohlfeil ist, so ist sie doch nicht immer zweckmäßig. Oft würde sie nur einen sehr unvollkommenen Begriff von der Lagerstätte geben, und dann ist es vorzuziehen, einen Versuchschacht abzusinken, welches auch nicht kostbarer seyn würde als die Bohrarbeit, wenn sie mehrmahls wiederhohlt werden muß, wie es doch unerläßlich ist, wenn man das Fallen und Streichen eines durch den Erdbohrer aufgefundenen Lagers oder Flötzes bestimmen will. Dagegen ist in den folgenden Fällen das Bohren mit dem Erdbohrer jedem andern Prozeß vorzuziehen:

1) Bei sehr regelmäßigen Lagern und Flötzen;

2) um die Mächtigkeit des Gebirges zu bestimmen, welches eine zu gewinnende Lagerstätte bedeckt;

3) um sich zu überzeugen, ob ein Lager oder ein Flötz, welches man abbauet, und dessen Fallen man kennt, in einer gewissen Entfernung noch fortsetzt oder nicht;

4) um zu sehen, ob unter gewissen, den Boden eines Thales bedeckenden, Alluvionen Torf vorhanden ist;

5) um zu finden, ob ein abzubauender Stock bis auf eine gewisse Distanz fortsetzt;

6) um zu sehen, ob ein bekannter, am Tage tauber Gang in einer gewissen Teufe metallhaltig wird;

7) um zu sehen, ob unter den abzubauenden Raseneisenstein-Schichten nicht noch andere vorhanden seyen.

8) Was nun die Aufsuchung unterirdischer Quellen, sie mögen nun Trinkwasser oder Salzsoole liefern, betrifft, so ist das Bohren mit dem Erdbohrer das einzige Mittel, um sie auf die Oberfläche zu bringen, und die sogenannten artesischen Brunnen anzulegen und zu fertigen.

Das Bohren mit dem Erdbohrer hat bis auf eine gewisse Tiefe gar keine Schwierigkeiten; allein mit zunehmender Tiefe wachsen diese ungeheuer. Um einen richtigen Begriff von dem Verfahren zu geben, theilen wir den Gegenstand in zwei Abtheilungen, von denen die erste von dem Erd- oder Bergbohrer selbst und seinen verschiedenen Theilen, und die zweite von dessen Gebrauch, oder von dem Verfahren beim Bohren handelt.

Der Erdbohrer, Fig. 14, Taf. 93, ist ein aus einer gewissen Anzahl von Eisenstangen, die mit ihren Enden an einander geschlossen sind, und dessen arbeitender Theil verstahlt ist, bestehendes Instrument. Das obere Stück ist mit einem Ringe versehen, an welchem das Seil befestigt wird, mit dem man das Instrument hebt. Dieses besteht daher aus drei Haupttheilen:

1) Aus dem Ober- oder Anfangsstücke a, Fig. 14;

2) aus dem Bohrgestänge, zusammengesetzt aus einer willkürlichen Anzahl in der Form und in der Dimension gleicher Mittelstücke b, b;

3) aus den in der Form und Größe sehr verschiedenen Bohrstücken oder der Sonde c.

Das Ober-, Anfangs- oder Kopfstück, Fig. 1, 2, 3, Taf. 93, ist eine eiserne Gabel, deren Blätter a, a 15—16 Zoll lang, 2 Zoll breit und 1/2 Zoll dick, mit drei korrespondirenden Schraubenlöchern b, b, b versehen, durch einen 3 Zoll breiten Bügel c verbunden sind. Durch den Bügel geht ein sich frei um seine Achse bewegender Schlüsselring d, welcher unten vermittelst eines aufgenieteten oder aufgeschraubten Knopfes e befestigt wird, und zum Einschlingen oder Einhaken eines Seiles dient. Damit die bei der Drehung des Schlüsselringes entstehende Reibung ver-

mindert werde, wird zwischen dem Bügel und dem Heftknopfe eine Metallplatte eingelegt. — Das Bohrgestänge besteht aus gleichen Mittelstücken, deren Anzahl von der Tiefe des Bohrloches abhängt. Das Mittelstück, Fig. 4 und 5, ist eine 12 bis 16 Fuß lange Eisenstange, von durchschnittlich 1¼ Zoll Stärke im Quadrate, am obern Ende mit einer 15—16 Zoll langen Zunge a, a, und am untern mit derselben Gabel b, b versehen, wie sie schon beim Kopfstücke beschrieben worden ist. Die Zunge erhält gleichfalls, wie die Gabel, die drei genau auf einander passenden Schraubenlöcher c, c, c, wobei zu beachten ist, daß dieselben in dem einen Blatte der Gabel nach Form eines verschobenen Vierecks, in dem andern Blatte aber in der Zunge kreisförmig gebildet sind. Um durch diese Durchlochung das Eisen nicht zu schwächen, werden die Zungen- und Gabelblätter in den Seitenlinien geschweift, so wie sie an den Enden, zur größern Sicherheit der Verbindung, noch dreieckige, in einander greifende Ansätze erhalten. Alle genannten Verbindungstheile werden nach derselben Maßbestimmung genau in einander greifend gearbeitet, damit die einzelnen Bohr-, Kopf- und Mittelstücke bei jeder willkürlichen Wechselung zu einander passen und verbunden werden können, wie Fig. 15 in vergrößerter Zeichnung darstellt. Als Nebenstücke des Gestänges sind zu bemerken:

1) Der Bohrschwengel, Fig. 6 und 7, eine 6 Fuß lange Eisenstange, 1½ Zoll stark, in der Mitte a, a ausgetrieben, und zur Aufnahme des Gestänges b vermittelst eines beigetriebenen Keiles c mit einer Öffnung versehen.

2) Der Keil c, Fig. 7.

3) Der große Schraubenschlüssel, Fig 13, zum Lösen und Fortbewegen des festgedrehten Bohrgestänges, 3 Fuß lang, von 1¼ Zoll starkem Eisen;

4) Der Aufhalter, Fig. 12, welcher eine runde Öffnung a, 1 Zoll weit zum Durchscheren eines Taues, und eine vierseitige b, 1¼ Zoll weit, zur Umfassung des Gestänges hat. Wird das Tau, woran derselbe befestigt ist, angezogen, so klemmt er sich, vermöge der erhaltenen schiefen Richtung, an die umfaßte Stange an, und hält sie während des Aufziehens fest.

5) Zwei Gewichtsstücke, Fig. 16, zum Belasten des Bohr-

gestänges, wie Fig. 14, f, f zeigt, jedes ungefähr 50 bis 75 Pf. Schwere.

6) Die kleinen Schraubenbolzen, Fig. 8 und 9, wovon immer drei zu einer Gabelverbindung gehören. Die Konstruktion ist aus der Zeichnung ersichtlich, nur darf der vierseitige Ansatz a unter dem Kopfe nicht übersehen werden, welcher genau in die gleichgeformte Öffnung des Gabelblattes eingreift.

7) Der kleine Schraubenzieher, Fig. 10 und 11, zum Anziehen und Lösen der kleinen Schraubenbolzen.

Zwar können die einzelnen Stangen noch auf andere Weise, z. B. dadurch, daß das eine Ende eine Mutter, und das andere eine Schraube hat, oder mittelst Muffen mit einander verbunden werden; allein es ist die dargestellte Art der Zusammenfügung offenbar die sicherste und beste.

Die nun folgenden eigentlichen Bohransätze sind hinsichtlich der Gestalt und der Größe so sehr verschieden, daß eine Klassifikation derselben nothwendig ist, welches sehr zweckmäßig nach der Beschaffenheit des damit zu durchbohrenden Bodens geschieht. Nur die bewährten und die am meisten in Anwendung kommenden Instrumente werden spezieller beschrieben, und durch Abbildungen auschaulich gemacht werden; selten angewendete und unwesentliche Stücke werden dagegen nur kurz aufgezählt werden.

1. Instrumente für Dammerde und nicht sehr zähe Thonlagen. — Alle hierher gehörigen Bohrstücke sind weniger der Form, als der Größe nach verschieden; sie variiren nämlich zwischen 4 und 15 Zoll Durchmesser. Der Zylinderbohrer, Fig. 19, 20, 21, wird bald mit weiterer, bald mit engerer Seitenöffnung angewendet, wie es das dichtere oder losere Erdreich erfordert. Wenn er seitwärts fast halb oder 3/8 des Umkreises offen ist, so kann er auch oben unbedeckt bleiben; doch ist wegen des leichtern Ausspülens, wenn der Bohrer gefüllt durch Wasser geht, besser, daß man ihn auch oben entweder durch eine festere Kappe oder einen beweglichen Deckel verschließt, ihm nur 1/6 des Umfanges zur Weite der Seitenöffnung, und inwendig einen kleinen Schraubengang von einem 1 Zoll breiten Blechstreifen gibt. Die größern Bohrer dieser Art werden vortheilhaft nach unten verjüngt, indem man die untern Theile der Schärfen etwas

schneckenförmig über einander zieht, und so den konischen Löffelbohrer, Fig. 32, 33, 34, bildet. Sie werden von starkem Pfannenblech, mit verstahlten Schärfen und einer vorschneidenden Spitze angefertigt, so daß sie das Vorbohren und Ausräumen zugleich versehen. In dem kompaktern Boden beginnt man die Arbeit mit den kleineren, und erweitert die Bohröffnung nach und nach durch die größern Instrumente derselben Art.

2. Für sehr kompakte Thonschichten und kreideartigen Kalkstein. — Der Löffelbohrer, Fig. 22 und 23, von 2 bis 4 Zoll Durchmesser, dient in solchem Boden zum Vorbohren, während mit dem spitzen Löffelbohrer, Fig. 24, 25 und 26, von 5 bis 6 Zoll größter Breite, oder mit dem noch schärfer durchschneidenden Messerbohrer, Fig. 27, 28 und 29, die Bohröffnungen erweitert werden. Die genannten Stücke werden wegen des härtern Bodens, den sie durchschneiden sollen, nicht allein aus vollem Eisen getrieben, sondern müssen auch noch gute Stahlschärfen erhalten. Sie führen bei dem Herausheben nur wenigen anklebenden Bohrschutt mit heraus, weßhalb man zur Ausräumung der gelösten Theile einen Räumer, den Zylinder- oder konischen Löffelbohrer, abwechselnd mit denselben einsetzen muß. Auch der Schneckenbohrer, Fig. 30 und 31, dessen Durchmesser zwischen 5 und 9 Zoll variirt, gehört hierher, und wird mit großem Effekte im Lehmboden angewendet, da er mehr als die vorbenannten Stücke von dem gelösten Schutte festhält und mit sich in die Höhe führt.

3. Instrumente für Bänke von losem Gesteine und für dessen Herausziehen. — Zu diesem Zwecke ist nur ein einfacher, oder besser ein doppelter Spiralbohrer, Fig. 39, anzuwenden, indem er am leichtesten mit den Geschieben engagirt wird, welche sich hin und wieder unerwartet in sonst gleichartigem Boden finden, und die einmal aufgenommenen Steine sehr fest hält. Die zwei Spiralzüge desselben werden einen Zoll stark von Stahl in der Spießkante gefertigt, um nicht dem starken Widerstande des anzugreifenden Gesteines zu weichen.

4. Bohrstücke für Sandstein und andere harte Felsarten, welche durchbrochen werden müssen, wenn man sie der Größe wegen nicht herauszie-

hen, oder zum Weichen bringen kann. — Zu dieser Operation können alle Arten von Berg- oder Gesteinbohrern angewendet werden, wenn sie nur die nöthige Größe und die Zunge zum Einsetzen in das Gestänge haben. Sie haben entweder eine stumpfwinkelige Spitze, oder eine Schneide, oder mehrere unter einem stumpfen Winkel im Mittelpunkte der Krone zusammenlaufende Schneiden. Die gebräuchlichsten sind die Kronenbohrer, Fig. 40 und 41, und der Demantmeißel, Fig. 42 und 43, welche sehr gut von Stahl, mit 2½ bis 5 Zoll Durchmesser, gearbeitet werden müssen. Bei ihrer Anwendung reicht das Drehen nicht allein hin, sondern bei jeder Fortrückung wird zugleich der Bohrer angehoben, und wirkt so durch den Stoß und die eigene Schwere; will er dessen ungeachtet das Gestein noch nicht gehörig angreifen, so müssen auch noch gleichzeitige Hammerschläge eines Arbeiters mitwirken. Ist das zu durchbrechende Gestein trocken, so wird von Zeit zu Zeit etwas Wasser in das Bohrloch gegossen, um den Bohrschutt in einen flüssigen Brei zu verwandeln, und ihn entweder mit dem Zylinderbohrer, oder mit dem Ventilbohrer, Fig. 37 und 38, oder mit einem der Kellenbohrer, Fig. 35, 36 und 44, herausschöpfen zu können.

5. Für Schichten von Triebsand oder so feuchtem Boden, daß die Theile gar keine, oder nicht hinreichende Kohärenz haben, um mit den Instrumenten der ersten Klasse gehoben werden zu können. — Zum Bearbeiten dieser Schichten ist eins der wirksamsten Instrumente der Zylinderbohrer mit Klappe, oder Ventilbohrer, Fig. 37 und 38, welcher in der Konstruktion und Größe dem einfachen Zylinderbohrer ähnelt, nur daß seine Seitenfläche ganz geschlossen, und die obere Seite offen ist. Das Charnier der inwendig anzubringenden Klappe wird durch versenkte Nieten, 2 Zoll von der untern Kante, befestigt, und muß besonders willig seyn. Außerdem kann man der Klappe noch eine Feder geben, um das raschere Schließen zu fördern, welches bei feinem flüssigen Boden sehr nothwendig wird, damit die Füllung während des Heraufziehens nicht wieder herausfallen kann. Tritt dieser Fall ein, so wendet man besser die Sandkelle, Fig. 35 und 36, an. Dieses Instrument besteht aus einem um-

gekehrten, oben offenen Kegel von starkem Eisenblech, von 6 bis 12 Zoll größter Weite, welcher oben mit einem Kantenring versehen, und durch zwei Bügel mit der durchgehenden Stange, welche in einer verstahlten Spiralwindung endet, verbunden wird. Obwohl es die Kosten sehr vermehrt, so ist es doch von wesentlichem Nutzen, wenn man um die äußere Fläche der Kelle, von der untern spiralförmigen Spitze bis zu dem Kantenringe, eine messerartige, etwas hohle, 1½ Zoll breite Schneide schraubenförmig herumlaufen läßt, wodurch das Einsenken, Füllen und Lösen sehr erleichtert wird. Sollte das Aufziehen der Sandkelle aus dem umgebenden Boden beschwerlich werden, so darf man das Gestänge nur rückwärts drehen, und sie wird sich durch den äußern Schraubengang ganz leicht lösen. — Die Sandkelle, Fig. 44, ist der vorigen sehr ähnlich, nur daß sie oben mit zwei Einschnitten und messerförmigen Lappen versehen ist, womit sie den zu durchbohrenden Boden rascher in den Kegel treibt. — Mehrere andere, seltener angewendete Bohrstücke und sonstige Instrumente findet man in den Werken: von Selbmann, »vom Erd- oder Bergbohrer und dessen Gebrauch bei dem Bergbaue und in der Landwirthschaft« (Leipzig 1823); von Garnier, »sur les puits artésiens« (2. édit. Paris 1826), und von Bruckmann, »über die Anlage, Fertigung und neuere Nutzanwendung der gebohrten oder sogenannten Artesischen Brunnen« (Heilbronn 1833), näher beschrieben.

Als Nebenstücke der beschriebenen Bohransätze sind noch näher zu betrachten:

1) Der Krätzer oder Bohrräumer, Fig. 17, welcher keiner nähern Beschreibung bedarf, als daß er dazu dient, den gefüllten Bohrer leichter seines Inhaltes zu entlasten.

2) Der glockenförmige Bohrzieher, Fig. 18, ein sehr wichtiges Instrument, um, wenn das Bohrgestänge in dem Bohr- oder Senkloche abbrechen sollte, das zurückgebliebene Stück herauf zu hohlen. Es sind zu dieser Operation verschiedene andere, besonders zangenförmige Instrumente vorgeschlagen und hin und wieder angewendet worden; aber bis jetzt hat sich das hier zu beschreibende als das bessere bewährt. Eine Stange, wie an den Bohrstücken, ist mit einem gut verstahlten Zylinder ver-

sehen, in dessen glockenförmigen innern Raum ein scharf und genau geschnittener konischer Schraubengang eingesetzt ist, welcher unten $2^1/_2$, und oben 1 Zoll weit, und 6 bis 8 Zoll lang ist, damit er, mit dem Bohrgestänge verbunden und auf das zurückgebliebene Stück hinabgelassen, durch eine leise gleichmäßige Umdrehung dasselbe, vermöge des innern Schraubenganges, ergreifen und sich darauf fest einschneiden könne. Ehe man den Bohrzieher anwendet, muß der innere konische Theil mit Öhl oder weichem Fette stark versehen werden, damit seine Wirkung auf das Eisen leichter wird. Die Drehung geschieht nach dem Ansatze immer sanft und möglichst dauernd, mit Vermeidung jedes Stoßes oder Druckes, damit die bereits angeschnittenen Schraubenwindungen nicht überspringen, welches um so leichter geschehen kann, als sie an der vierseitigen Stange meistens nur die scharfen Ecken angreifen, aber dessen ungeachtet durch fortgesetzte Arbeit leicht so tief werden, daß sie die abgebrochene Stange in dem Schraubengewinde hinreichend befestigen, um sie mit Sicherheit, nach etwa eintägiger Arbeit, herausziehen zu können. Selten bricht das Gestänge in der Gabelverbindung, in welchem Falle die Ausschneidung des Bohrziehers schwieriger ist; mehrentheils ereignet sich der Bruch gerade über oder unter der Zusammensetzung.

3) Ein Instrument, Fig. 45 und 46, mit welchem man das in dem Bohrloche stehende Wasser aus jeder Tiefe heraufhohlen kann, um seine Natur zu untersuchen, welches z. B. bei dem Erbohren von Salzquellen von großer Wichtigkeit ist. Es ist ein hohler Zylinder a, von Kupfer oder Weißblech, mit einem Ringe b, worin eine Schnur zum Hinablassen in die Bohröffnung befestigt wird. Inwendig sind zwei Muschelventile c, c angebracht, welche sich gleichmäßig von unten nach oben öffnen, um das durch die kleinen Öffnungen in die halbrunden Kappen d, d eintretende Wasser in den Zylinder a gehen zu lassen. Wenn das Instrument hinuntergelassen wird, so öffnen sich die Ventile und lassen das Wasser durchtreten; so wie es aber in die Höhe gezogen wird, schließen sie sich sofort, und halten das eben aufgenommene Wasser fest, bis es durch die abzuschraubenden Kappen herausgenommen wird.

Wenn das Terrain, in welchem gebohrt wird, so wenig Konsistenz hat, daß es entweder selbst im trocknen Zustande nicht erlaubt, ein regelrechtes Bohrloch zu treiben, ohne daß die umgebende Erde, der flüchtige Sand und das Gerölle über dem Bohrer wieder zusammenschießt, oder so stark mit kleinen Quellen durchzogen ist, daß diese die Erdtheile, welche das Bohrloch umgeben, durchweichen und wieder zusammentreiben (ein sogenanntes schwimmendes Gebirge bilden), so wird es nothwendig, sich der Röhren zum wirksamen Weiterarbeiten zu bedienen. Jedoch ist von diesen Röhren und ihrer Anwendung beim Niederbringen von Bohrlöchern schon in dem Artikel Brunnen, artesischer, im III Bande der Encyklopädie S. 193 u. f. f. (und Taf. 40, Fig. 17, und Taf. 41, Fig. 2—9) gesprochen worden, weßhalb wir darauf verweisen.

Um das Bohrloch von dem einmahl losgearbeiteten Schutte zu reinigen, wird es nothwendig, das Gestänge mit dem Bohrer oder Räumer oft ein- und auszuführen, welches Geschäft schon anfänglich nur unbequem, bei immer zunehmender Tiefe, folglich bei immer vermehrter Stangenzahl, fast unmöglich mit den Händen geschehen kann, ohne nachtheilige Reibungen an den Seiten des Loches zu verursachen. Ferner kann auch oftmahls der Bohrer nur durch den Stoß zum kräftigen Angreifen eines harten Bodens gebracht, oder wenn er sich irgendwo festgesetzt hat, nur durch öfteres stoßweises Anheben wieder gelöst werden, zu welchen Operationen meistens auch die freien Handarbeiten nicht ausreichen. Mithin ist hierzu eine mechanische Vorrichtung nöthig, die auch das Einsetzen, Einrammen und Herausheben der Röhren erforderlich macht. Man hat daher gesucht, die verschiedenen Operationen durch eine Maschine auszuführen, d. h. durch eine in Fig. 1, Taf. 94, abgebildete Winderamme, die wir weiter unten auch beschreiben werden. Zu der Bewegung einer solchen Ramme sind nur vier Menschen erforderlich, obgleich der Rammblock 800 Pf. wiegen kann, welches Gewicht bei einer gewöhnlichen Zugramme die Kraft von 24 Menschen erfordern würde.

Kleinere Bohrungen, bei denen man nicht so sehr die Zeit zu berücksichtigen braucht, und wobei eben nicht zu erwarten steht,

daß sehr bedeutende Kräfte zum Einsetzen, Handhaben und Herausheben der Bohrer und etwaiger schwacher Hülfsröhren erforderlich werden möchten, können in Ermangelung der künstlichern Vorkehrung durch einen Bock betrieben werden, welcher aus drei oder vier Sparren besteht. Diese ungefähr 30 Fuß langen Sparren werden in der Spitze durch einen Strick enge verbunden, so daß ihr Scheitelpunkt, in welchem ein Flaschenzug angehängt wird, lothrecht über dem Behrloche liegt. Der Flaschenzug dient zum Anhängen, Heben und Senken des Bohrgestänges, wie auch zum Einsetzen der Hülfsröhren und deren Eintreibung mit einem Rammblock. Letzterer kann jedoch nur 150—300 Pf. schwer seyn, wird von drei bis vier Arbeitern einige Fuß frei hängend gehoben, und im Herabfallen durch einen andern Arbeiter möglichst lothrecht geleitet. Ein solcher Schlag ist natürlich unwirksam und schwankend, und bei zunehmender Tiefe des Bohrlochs erfordert das Ab- und Anschrauben der Mittelstücke des Gestänges beim Ein- und Aussetzen des Bohrers viel Zeit. Dennoch aber muß eine solche unvollkommene und unbequeme Vorrichtung in vielen Fällen ausreichen, da die weiter unten zu beschreibende Winderamme bedeutende Kosten verursacht. Bei kleinern Bohrungen muß auch oft ein doppelarmiger Hebel (eine gewöhnliche Hebellade) ausreichen, an deren kürzern Arm der Bohrer hängt, und an deren längerem Arme die Arbeiter stehen. Obgleich eine solche Vorrichtung wohl am häufigsten zum Heben des Erdbohrers angewendet wird, so ist sie doch zu bekannt, um einer besondern Beschreibung zu bedürfen.

Die Kosten eines Bohrzenges lassen sich nur approximativ bestimmen, und dürften auch an verschiedenen Orten sehr verschieden seyn. Hr. Baumeister Spetzler in Lüneburg theilt in seiner »Anleitung zur Anlage Artesischer Brunnen« (Lübeck 1832) einen besonders auf Norddeutschland anzuwendenden, auf die Erfahrung gegründeten speziellen Kostenanschlag mit, aus welchem wir Folgendes entnehmen:

Die Gestänge, Bohrstücke und übrigen Instrumente von Eisen für einen Bohrer zu 200 Fuß Tiefe wiegen 786 Pf. und 239 Pf., und kosten erstere à Pf. $3^{1}/_{3}$, und letztere à Pf. 8 Ggr.,

zusammen	199 Rthlr.	18	Ggr.
Eine Winderamme	160 »	—	»
Die übrigen Nebenstücke	40 »	6	»
	400 Rthlr.	—	Ggr.

Mit einem solchen Apparate ist man im Stande, ein Bohrloch auf 200 Fuß Tiefe einzutreiben, Röhren auf 12 Zoll Stärke im äußern Durchmesser durch die vorkommenden Sandschichten zu stoßen, die Lehmlagen mit einer Öffnung von 6 Zoll, und Kalkstein, Kreide, Sandstein 2c. von 3 Zoll zu durchbohren. Nur ganz außerordentliche Fälle könnten noch andere Geräthe und noch mehr Kosten erfordern, wohingegen aber auch ein Terrain, welches nur Thon- und Kreideschichten enthielte, auch wieder manches der hier berechneten Stücke überflüssig machen würde.

Hr. Baurath von Bruckmann zu Heilbronn gibt in seinem oben bereits näher bezeichneten Werke die Kosten eines Bohrers (ohne Ramme), mit welchem man ebenfalls 200 Fuß Teufe erreichen kann, und der ungefähr 10 Zentner wiegt, zu 300 fl. an.

Praktisches Verfahren beim Niederbringen eines Bohrloches. — Ehe man zu dem Abbohren schreitet, muß eine genaue geognostische Untersuchung des Terrains vorhergegangen seyn, die immer erforderlich ist, das Bohren mag zur Aufsuchung nutzbarer Mineralien oder Gebirgsarten, oder zur Aufsuchung von Salzquellen, Trinkquellen 2c. angewendet werden, wenn nicht das Vorhandenseyn der letztern schon bestimmt ist, oder das Bohren einen sonstigen Zweck hat. Wir haben jedoch hier besonders die Anlage von Bohrbrunnen zu Salzsoole oder reinem Wasser im Augenmerke, indem dazu der Erdbohrer am meisten angewendet wird, und dazu die meiste Sorgfalt erforderlich ist, da in diesem Falle das Bohrloch stets offen bleiben muß, welches aber gewöhnlich nicht geschieht, wenn die Bohrarbeit eine bloße Untersuchung von nutzbaren Lagerstätten zum Zwecke hat; dann werden auch immer einfachere Apparate angewendet.

Ist nun der Platz bestimmt, und man findet zuerst eine lose, nicht stabile Sandschicht, so wird es für die spätere Operation sehr nützlich, eine Grube A, Fig. 1, Taf. 94, von 6—8 Fuß Weite und 5, 10, 15, ja 20 Fuß Tiefe abzusenken, und die Seitenwände entweder, wenn man mit der Sohle schon so festen Boden trifft,

daß die Hülfsröhren nicht nothwendig werden, mit schwachen Stangen, mit Knüppeln, Buschwerk und Stroh auszuflechten, oder auch, wenn der lose Boden noch nicht durchbrochen ist, und folglich die Arbeit mit Hülfsröhren unternommen werden muß, eine leichte Schachtzimmerung aufzuführen. Diese geschieht in Etagen von nur 3½ Fuß Höhe, von Rahmen- und Schwellenwerk mit schrägen Wänden von eingeschobenen Bohlen und guter Kreuzverstrebung. Auf die Sohle der Grube wird wagrecht eine Bettung a, Fig. 1, eingelegt und fest verkeilt; und eine gleiche b streckt man auf der Oberfläche so, daß der Mittelpunkt beider in einer Lothlinie liegt. Soll die Bohrung ohne Röhren geschehen, so werden die Bohrköpfe c eingesenkt; im entgegengesetzten Falle aber werden die Hülfsröhren d durch die mittlere Öffnung der Bettung geschoben und lothrecht verkeilt. Erfordert die Beschaffenheit des Terrains nicht die Absenkung einer Grube, so streckt man nur auf dem Bohrplatze die Bettung b mit dem Bohrkopfe c, und befestigt sie durch vier Pfähle. Immer hat aber die Anlage einer, wenn auch nur 5–8 Fuß tiefen Grube ihre Vortheile hinsichtlich des lothrechten Eintreibens, des bequemern Aus- und Einsetzens, und des leichtern Reinigens des Bohrers. Zuweilen tritt der Fall ein, daß man die Bohrung in einem schon vorhandenen und ausgesetzten Brunnen oder Soolschacht beginnt, bei welchem folglich die Verzimmerung wegfällt, und nur die Bettungen einzuschneiden sind. Die Umtreibung des Bohrers kann entweder auf der unteren Bettung in der Grube oder dem Brunnen, wenn sie die hinreichende Weite haben, geschehen, oder auf der obern an der Erdoberfläche. Letzteres ist zur Vermeidung mancher Unbequemlichkeit zweckmäßiger.

Damit man nicht späterhin genöthigt werde, in der einmahl begonnenen Bohrarbeit inne zu halten, ist es sehr anzurathen, von den nach der Beschaffenheit des Terrains vermuthlich zu verwendenden Hülfsröhren einige der ersten Stücke anfertigen und in Vorrath halten zu lassen, und stets nach der Einsetzung eines Stückes sofort zu ergänzen. Sollten auch einige unverwendet liegen bleiben, so ist entweder überall kein Verlust dabei, indem sie bei einer andern Bohrung wieder angewendet werden können, oder die durch die Anschaffung verursachten Kosten können in kein

Verhältniß zu dem möglichen Zeitverluste gestellt werden, welcher nothwendig entsteht, sobald sie immer erst in dem Augenblicke des Gebrauchs angefertigt werden müssen. Noch weniger als bei Holzröhren kann ein solcher kleiner Vorrath bei den gußeisernen nachtheilig werden, wenn man überhaupt sich nicht auf eine einzige Bohrung beschränkt, weil sie immer von einer Dimension, folglich überall wieder anwendbar sind.

Nachdem die Bettungen gestreckt sind, wird die Winderamme B, Fig. 1, aufgerichtet, oder irgend eine andere von den oben erwähnten Vorrichtungen gemacht. Da zu der gewöhnlichen Bohrarbeit nur vier Menschen erforderlich sind, so muß man auf eine Einrichtung denken, um auch mit dieser kleinen Arbeiterzahl die aus ansehnlich langen Holztheilen bestehende Maschine aufstellen zu können. Die freie Handarbeit ist dazu nicht hinreichend, sondern es muß entweder ein Krahnbalken mit Haspel und Flaschenzügen, oder eine Erdwinde mit Krahnbaum und Flaschenzügen zu Hülfe gezogen werden. Die Winderamme erhält eine solche Stellung gegen den Bohrpunkt, daß der vordere Theil e des Krahnbalkens e f lothrecht über diesem Punkte liegt. Ein Seil g g wird um die Welle der Haspelwinde geschlungen, und über die Rollen e f des Krahnbalkens so gelegt, daß das eine Ende mit dem Haken über dem Bohrpunkte herabfällt. Jetzt schiebt man das Kopfstück des Bohrgestänges i mit einer Mittelstange k zusammen, schiebt den Bohrschwengel l darauf, und setzt einen geeigneten Bohransatz m an dieselbe, hakt den Haken h in den Ring des Kopfstückes, zieht das Seil g so weit durch Umdrehung des Haspels n an, daß der Bohrer lothrecht auf den Bohrpunkt steht, und hebt nun den Schwengel zu der Brusthöhe eines Mannes, in welcher Lage man ihn vermittelst des Keiles o an der Mittelstange befestigt. Der erste Arbeiter 1, Fig. 1, bleibt am Haspel stehen, und hält durch denselben den Bohrer immer in senkrechter Lage; gibt jedoch immer so viel nach, daß der Bohrer, wenn zwei Arbeiter, 2 und 3, den Bohrschwengel durch fortwährendes Umgehen eintreiben, hinreichenden Spielraum erhält, das Erdreich anzugreifen. Wird bei tieferer Bohrung oder festerem Erdreiche die Arbeit des Umdrehens für zwei Menschen zu schwer, so faßt ein vierter Arbeiter, 4, oder

nöthigenfalls auch ein fünfter, das Gestänge mit dem großen Schraubenschlüssel p, Fig. 13, Taf. 93, und wirkt so in selbiger Art, wie die zwei Arbeiter am Schwengel. Im weichen Boden reicht das Umtreiben hin, um den Bohrer zum Angriffe und Auffassen des Erdreichs zu vermögen; festerer Boden erfordert einen Druck durch Auflehnung auf den Bohrschwengel, ja oft noch die Anhängung der Gewichtstücke (Fig. 14 u. 16, Taf. 93). Gestein kann aber nur durch ein durch stetes Anheben des Bohrers verursachtes Stoßen, oder durch gleichmäßige, mit dem Umdrehen erfolgende Hammerschläge auf den Keil durchpickt werden. Wenn das Erdreich trocken ist, so rückt die Arbeit sehr rasch fort; wenn es aber mit Grund- und Seitenwasser durchzogen ist, so wird sie langsamer, weil dann öfterer Wechsel der Geräthschaften eintritt. Es ist überflüssig, hier noch mehr über die Wahl der für einen Boden geeigneten Bohransätze reden zu wollen, da schon oben bei ihrer Beschreibung die Anwendung angegeben ist, und mehr noch der Augenschein und eine kurze Erfahrung sogleich auf die zweckmäßige Wahl führen wird. Ist mit dem Bohren hinreichend Erdreich losgearbeitet, so wird er herausgezogen und entleert. Hierzu wird der Keil gelöst, herausgenommen und der Schwengel gesenkt; der Arbeiter 1 zieht ihn entweder allein, oder mit Hülfe eines von den andern durch den Haspel auf, bis der Ansatz über der Bettung steht. Einige Bohransätze durchschneiden oder lösen nur den festen Boden, wie schon bemerkt ist, ohne ihn mit in die Höhe zu führen, weßhalb sie von Zeit zu Zeit mit einem Räumer verwechselt werden müssen; andere, wie die Löffelbohrer, bringen den Bohrschutt mit, und können vermittelst des Krätzers geleert werden, ohne sie vom Gestänge lösen zu müssen; einige aber, wie die Sandkelle, müssen, um die Füllung herausnehmen zu können, stets abgeschroben werden. Um das Loch von dem Bohrschutte zu reinigen, muß der Bohrer oft ausgehoben werden, eine Operation, die schon anfänglich langsam geht, aber bei vermehrter Anzahl von Mittelstangen immer schwieriger und zeitraubender wird. Wenn man der Winderamme die in der Zeichnung angeführten Höhendimensionen gibt, so kann man, auch ohne Nutzung der Grube, eine Gestängelänge von vier Mittelstücken, mit Hülfe einer 8 Fuß tiefen Grube aber, fünf Stangenlängen, ohne eine

Abschraubung aufziehen, um den Bohransatz zu entleeren. Um dieses zu bezwecken, hängt man über die kleine Rolle q, in der Scheere q r, einen Strick f mit dem Aufhalter t, zieht das Bohrgestänge um $1^1/_2$ Stangenlängen aus dem Loche, setzt den Aufhalter an, läßt das Seil g nach, hebt den Haken h aus, und hängt ihn an der zweiten Stange in das Loch unter der Gabelverbindung ein. Wenn nun der Haspel wieder angezogen wird, so steigt das Bohrgestänge in die Höhe, und einer der Arbeiter 2 oder 3 leitet es so, daß die obere Stange durch den Bügel u am Krahnbalken in die Höhe steigt, wie v w zeigt. Bei einer größern Anzahl von Mittelstangen wird die Arbeit vermehrt, indem nach dem Bedürfnisse mehrere Abschraubungen bei jeder Aufziehung Statt finden müssen. Sollte der Bohrer sich durch die Umtreibung so fest in den Boden gesetzt haben, daß er nicht sogleich mit dem Haspel gehoben werden kann, so wird einer der großen Schraubenschlüssel von einem der Arbeiter 2 und 3 an das Gestänge gelegt, und einige rückgängige Drehungen gemacht, welches immer zur Lösung ausreicht.

In dieser Art würde die Bohrarbeit ohne Hülfsröhren immerfort gehen, wenn nicht zufällige Hindernisse eintreten könnten, welche die Arbeit für einige Zeit hemmen, oder doch bedeutend erschweren. Zu ersteren gehört das Zerbrechen des Bohrgestänges im Bohrloche, welches oft einen sehr bedeutenden Zeitverlust verursacht, wenn man auch noch durch geschickte Anwendung des oben beschriebenen glockenförmigen Schraubenziehers immer Meister des Zufalls bleibt. Zu letztern rechnet man plötzliche lose Sandschichten unter festen Erdlagen, und den bedeutenden Andrang des Seiten- oder wilden Wassers; doch läßt sich gegen diese Umstände eine Abhülfe durch einzuschiebende Röhren treffen.

Hat die anfängliche Untersuchung des Terrains ergeben, daß Hülfsröhren unvermeidlich sind, und ist die vorbereitende Arbeit mit der Einrichtung der Grube und Aufstellung der Winderamme und Legungen der Bettungen beschafft, so schreitet man zuerst zur Vorbohrung, so weit es die Standhaftigkeit des Bodens erlauben will. Sie wird immer tiefer geschehen können, wenn der Grund trocken ist, als wenn Seitenwasser ihn durchziehen und

Anlaß zum Zutreiben der Bohröffnung geben. Der Bohransatz, womit die Vorbohrung geschieht, muß mit der innern Weite der Röhren korrespondiren, so daß durch seine Aufräumung das Einrammen derselben erleichtert wird, und er auch durch ihren innern Raum mit gehörigem Spielraume auf- und niedergeführt werden kann. Das erste einzusetzende Röhrenstück wird mit dem Schuhe und den Heftbändern (s. Bd. III., Art. Brunnen, artesische) versehen, nachdem das Bohrgestänge herausgehoben und beseitigt ist, in das Seil g eingeschlagen, mit dem Haspel angehoben, und durch das mittlere Viereck x x der Bettungen in die vorgearbeitete Öffnung y gesetzt, darauf in den Bettungen und der Grubenverzimmerung durch Keile und Streben im lothrechten Stande befestigt und mit dem Rammkopfe versehen. Das Seil z z wird mit dem einen Ende an der Welle des Haspels befestigt, über das Rad a′ gelegt und vorn herabgezogen, und mit dem Führer b′ in den Ringen c′ c′ verbunden. Der Führer wird in den Laufgang gelegt und mit einer vorgeschrobenen Schiene d′ festgehalten. Der Haken e′ faßt den Rammblock f′, und zieht ihn, wenn das Seil z mit dem Haspel angezogen wird, an den durch die Leithölzer g′ g′ befestigten Läuferruthen h′ h′ in die Höhe, so daß die Röhre darunter stehen kann, wo er dann vermittelst unter die Leithölzer gesteckter Bolzen hängen bleibt. Die Ramme wird nun so weit auf der obern Bettung b b vorgerückt, daß die Röhre lothrecht unter dem Mittelpunkte des Rammblockes sich befindet. Das Seil z wird angezogen, der Block etwas gelüftet, die Fangbolzen unter den Leithölzern weggezogen, und der Rammblock langsam auf den Rammkopf der Röhre niedergelassen. Nachdem so alle Vorbereitungen getroffen sind, beginnt das eigentliche Rammen. Man steckt zuerst durch einen der Bügel i′ i′ einen Bolzen, und bestimmt dadurch die Fallhöhe des Blockes. Die vier Arbeiter treten zusammen an den Haspel, und winden den Rammblock auf, bis der im Charnier bewegliche Hebel k′ l′ mit dem Arme k unter dem Bolzen bei i′ in die Bügel gesteckt anstößt, niedergedrückt wird, und den Haken e′ aus der Krampe des Rammblockes hebt. Der Rammblock f′ wird dadurch gelöst, läuft nun frei an den Ruthen h′ h′ herab, fällt mit seiner durch die Fallhöhe vermehrten Kraft auf die Röhre, und strebt sie so

in den Boden zu treiben. Nach der Auslösung des Hakens e′ lassen die Arbeiter den Haspel rückwärts laufen, der Führer b′ zieht durch sein Gewicht das Seil z mit herab, bis er unten mit dem Haken c′ auf die Krampe des feststehenden Rammblocks aufstößt, einschnappt und durch das Gegengewicht l′ festgehalten wird. Die Arbeiter winden sogleich den Block wieder auf, und so geht diese Operation abwechselnd unter dem Herabfallen und Aufziehen ohne weitere Hülfe und Arbeit in dem gezeigten Gange fort. Meistens geschehen fünf Schläge nach einander, worauf die Arbeiter eine kurze Pause machen. Die Arbeit ist nicht leicht, aber sehr wirksam, und im Vergleiche mit der gewöhnlichen Zugramme weit vorzuziehen. Nachdem die Röhre, so weit als vorgebohrt war, oder einige Fuß weiter, in den lockern Boden getrieben worden ist, beginnt wieder die Bohrung. Zu dem Ende wird der Block aufgezogen, vermittelst der Fangbolzen festgesetzt, die Ramme auf den alten Punkt zurückgeschoben, und das Bohrgestänge wieder eingesetzt. Man wechselt nun regelmäßig zwischen dem Bohren und Rammen, hüthe sich aber wohl, in sehr losem Boden nicht allzu tief vorbohren zu wollen, da nur gar zu leicht das lose Erdreich über dem Bohransatze zusammenschießen kann, und der Bohrer dann oft mit großer Anstrengung wieder herausgearbeitet werden muß. Ist man mit der eingerammten Röhre so weit gekommen, daß sie nur noch zwei Fuß über der Bettung hervorragt, so setzt man ein neues Stück auf, und verbindet es mit dem letzten auf eine im III. Bande a. a. O. angegebene Weise. Gußeiserne Röhren, denen man vor den hölzernen stets den Vorzug zu geben hat, und die sich auch leichter einsenken lassen, treibt man erst durch Belastung mit Gewichten, dann durch den Druck großer Schraubensätze, und nur dann, wenn dieß nichts mehr helfen will, mit schwachen Rammeschlägen ein. Lassen sie sich auch mit der Ramme nicht weiter senken, so läßt man den Bohrer im Innern der Röhre weiter arbeiten, während man den Kopf der letztern mit einem bedeutenden Gewichte belastet, oder durch einen großen Druck zu bewegen strebt.

Wenn die Sandschicht endet, und mit Lehm, Thon oder sonstigen dichten Lagen wechselt, so läßt man die Röhre nur so weit in die neue Schicht eintreiben, daß kein Nachstürzen der

obern mehr zu befürchten steht, und arbeitet nun mit den geeigneten Geräthen von kleinerer Dimension fort. Vermuthet man nach früheren Erfahrungen, daß die feste Schicht nicht mächtig sey, und bald wieder lockerer Sand folge, so bohrt man zur Untersuchung nur ein 3 bis 4zölliges Loch, um sich erst von der Beschaffenheit des folgenden Terrains zu überzeugen, und nach dem Befunde wird dann wieder nachgearbeitet; entweder wenn man nochmahls Sand getroffen hat, in der Weite, daß die nothwendigen Röhren nachgetrieben werden können, oder, wenn die feste Schicht sich nicht verändert, in der gewählten Weite.

Es läßt sich aus dem Obigen leicht abnehmen, wie die Dauer verschiedener Bohrungen, nach den Umständen, auch sehr verschieden seyn muß. Daher ist es denn auch eine sehr schwankende und gewagte Sache, allgemein geltende Berechnungen über die Kosten der Bohrarbeiten aufstellen zu wollen, selbst wenn man auch die häufig vorkommenden, ganz unvorherzusehenden zufälligen Hindernisse mancherlei Art außer Acht lassen wollte. — Zur Handhabung des oben beschriebenen und berechneten Bohrapparates für die mittlere Tiefe von 200 Fuß sind 1 Bohrmeister und 4 Arbeiter erforderlich. Die Erfahrung hat gelehrt, daß man bis 50 Fuß Tiefe im Durchschnitte auf eine Tagearbeit 4—5 Fuß, bis 100 Fuß 3 Fuß, bis 150 Fuß 2 Fuß, und bis 200 Fuß 1 Fuß in festem Lehm-, Thon-, Kalk- und Sandsteinboden bohren kann, und daß die sämmlichen Geräthe in der Unterhaltung auf etwa 1 pro Cent pr. Tag zu berechnen seyen.

Karl Hartmann.

Anhang.

Wenn das Bohrloch eine bedeutende Tiefe, bis zu 600 Fuß und darüber, erreichen soll, in welchem Falle dann immer auch in härteren Massen, in Thonschiefer, Sandstein, Kalk gearbeitet wird, oder wenn schon bei geringerer Tiefe im festen Steine gebohrt wird, muß, wie oben erwähnt worden, das Vordringen des Bohrers oder des an demselben befestigten Meißels durch Stoßen bewirkt werden, indem der Bohrer 4 bis 5 Zoll hoch gehoben wird, so daß er dann durch sein eigenes Gewicht wieder niedersinkt. Unmittelbar vor diesem Niedersinken wird die Bohr-

stange mittelst des durchgesteckten Schwengels nach dem dritten oder vierten Theile des Kreises in derselben Richtung umgedreht, damit der Meißel bei jedem Schlage eine andere Stelle angreife. Damit diese abwechselnden Schläge so schnell wie möglich auf einander folgen können, geschieht die Hebung mittelst eines Hebelbalkens oder Schwengels, an dessen kurzem Arme mittelst einer Kette das obere Ende der Bohrstange eingehängt ist, und dessen längerer Arm mittelst einer durch dessen Ende gesteckten Stange von den Arbeitern niedergedrückt wird. Auch ist zur Ausziehung der Bohrstange bei bedeutenden Tiefen ein gewöhnlicher Haspel nicht mehr hinreichend, sondern es wird die Anwendung eines Laufrades oder eines Göpels nothwendig. Diese Einrichtung ist in der Fig. 2, Taf. 94, vorgestellt, die keiner nähern Erklärung bedarf. Der kleine Schacht, in welchem das Bohrloch niedergetrieben wird, ist 20 bis 30 Fuß tief, und dient, um bei dem Ausziehen des Bohrers die abgeschraubten Bohrstangen in demselben anzulehnen. Der kürzere Arm des Schwengels ist mit einem mit Eisen beschlagenen Kopfe versehen, in welchem die Rinne, in welche sich die an dessen Hintertheil eingehakte Kette einlegt, mit einer starken eisernen Schiene belegt ist. Wird das Gewicht der Bohrstangen bedeutend, so wird es nothwendig, den längern Arm des Schwengels mit Gewichten zu versehen, um den Aufschlag des Bohrmeißels zu mäßigen, durch dessen zu große Heftigkeit nicht nur dieses Werkzeug beschädigt werden, sondern auch die Stange selbst einen Bruch erhalten könnte. Den untern Bohrstangen gibt man bei solchen Tiefen eine Dicke von 1½ Zoll im Gevierten, und läßt diese nach oben etwa mit einer Linie auf 100 Fuß abnehmen, so daß sie in den ersten 100 Fuß nur 1 Zoll im Gevierten erhalten. Die Stangen können in diesem Falle, wo nur gestoßen, nicht drehend gebohrt wird, füglich in einander geschraubt werden, indem jede Stange an dem einen Ende mit einer Schraube angeschnitten, und an dem andern mit einer Hülse oder Tutte versehen ist, in welche ein Gewinde von 1⅜ Zoll Länge eingeschnitten ist. Eine jede der Stangen versieht man mit zwei Wulsten, eine gegen das obere und die andere gegen das untere Ende, um bei einem vorkommenden Bruche einen Anhaltspunkt zum Anfassen mit der Schere zu erhalten. Über das

Bohren auf bedeutende Tiefen kann »v. Langsdorfs Salzwerkskunde, Heidelberg 1824,« 7tes Kap., nachgelesen werden.

Arbeitet man auf diese Art mittelst der stoßenden Bewegung des Bohrers, statt der drehenden, in weicheren Erdschichten, wie im Thon oder Letten, im thonigen Sande, so könnte als Bohrwerkzeug ein 4 bis 6 Fuß langer, aus starkem Eisenblech verfertigter hohler Zylinder, der an die Bohrstange angeschraubt, und an seinem untern offenen Ende mit einer kreisförmigen gestählten Schneide versehen ist, angewendet werden. Dieser Zylinder würde durch die stoßende Arbeit der Bohrstange die Thonschichten durchschneiden, indem er den ausgestochenen Thonzylinder in sich aufnimmt; wodurch wahrscheinlich die Arbeit bedeutend mehr gefördert würde, als durch die gewöhnliche Methode des eigentlichen drehenden Bohrers. Versieht man diesen Zylinder am untern Theile mit einer sich nach aufwärts öffnenden Klappe: so kann er zugleich den Bohrschwand in sich aufnehmen und herausschaffen.

Nach einigen Nachrichten befolgen die Chinesen im Erbohren von Salzquellen in sehr bedeutenden Tiefen durch festes Gestein eine einfache Methode, die Nachahmung zu verdienen scheint. Der Bohrer besteht aus einem eisernen, 4 bis 5 Zoll dicken und 5 bis 6 Fuß langen massiven Zylinder, dessen unteres gestähltes Ende nach Art des Kronenbohrers, Fig. 40, Taf. 93, geformt, und das obere mit einem starken Ringe zum Einhängen eines Seiles versehen ist. Durch das Aufziehen und Niederlassen dieses Zylinders mit dem Seile mittelst eines Hebelbalkens auf die im Vorigen bemerkte Weise wird das Bohrloch senkrecht ausgehöhlt, indem der Zylinder in dem zylindrischen Loche von selbst die senkrechte Leitung erhält. Der Bohrschwand wird mit einer mit einer Klappe versehenen zylindrischen Büchse von gleicher Länge in die Höhe gezogen.

D. H.

Erden.

Unter der Benennung **Erden** begreift man im Allgemeinen diejenigen Oxyde metallischer Stoffe, welche außer der Zerreiblichkeit und weißen Farbe, außer einer sehr großen Strengflüssigkeit und Feuerbeständigkeit, sehr schwer und zum Theile nur

unvollkommen in den metallischen Zustand zurückzuführen sind; daher sie vormals auch als einfache Stoffe angesehen wurden. Zu diesen Körpern gehören die Baryterde, Strontionerde, Kalkerde, Talkerde, die Zirkonerde, Yttererde, Thorerde, Beryllerde, Thonerde und Kieselerde. Von diesen gehören die vier ersten zu den Alkalien, und werden deßhalb auch alkalische Erden genannt (Art. Alkalien). Die übrigen begreift man unter der Benennung der eigentlichen Erden. Von diesen kommen die vier ersten nur in seltenen Mineralien vor, und sind von keiner technischen Anwendung. Die Thonerde und Kieselerde dagegen (von welchen die letztere, die unter gewissen Umständen im Wasser auflöslich ist, auch als eine Säure angesehen, und Kieselsäure genannt wird) sind in der Natur sehr häufig verbreitet, der Gegenstand vielfacher technischer Anwendungen, und von denselben ist in eigenen Artikeln die Rede.

D. H.

Essig.

Unter dem Nahmen Essig versteht man eine Flüssigkeit von einem angenehmen sauren Geschmacke und Geruche, deren Hauptbestandtheile Essigsäure und Wasser sind. Außer diesen beiden Bestandtheilen enthält er aber gewöhnlich noch andere, mehr zufällige, die nach Verschiedenheit der Stoffe, aus denen er bereitet wurde, auch verschieden sind. Essig kann nämlich aus allen weingeisthältigen Flüssigkeiten, und aus allen Substanzen bereitet werden, die der geistigen Gährung fähig sind. Seine Bereitung beruht auf der Thatsache, daß eine jede weingeisthältige Flüssigkeit, wenn man sie durch einige Zeit dem Einflusse der atmosphärischen Luft und einer Temperatur über 18° R. aussetzt, sauer wird, und zugleich ihren Alkoholgehalt verliert, indem auf Kosten dieses letzteren durch die saure Gährung (s. Art. Gährung) Essigsäure gebildet wird. Die gewöhnliche Bereitung des Essigs geschieht durch die saure oder Essig-Gährung, obwohl auch durch andere chemische Prozesse Essigsäure erzeugt werden kann; ja es gibt fast keine etwas heftig vor sich gehende Zersetzung organischer Substanzen, bei der sich nicht nebst andern Stoffen auch Essigsäure erzeugte. (S. Art. Essigsäure.)

Merkwürdig ist die Entstehung der Essigsäure aus Alkohol in dem Falle, wenn Alkoholdämpfe unter dem Zutritte der atmosphärischen Luft mit dem Pulver von Platinoxyd, von Nickel, Kobalt u. s. w. in Berührung kommen, wo durch eine eigentliche langsame Verbrennung des Alkohols, durch welche dieselbe Zerlegung des letztern, wie durch die Gährung, bewirkt wird, Essigsäure gebildet wird. Döbereiner, dem man diese Entdeckung verdankt, hat vorgeschlagen, durch Platinschwamm (Platin-Suboxyd) Essigsäure selbst im Großen zu erzeugen. Sein Verfahren besteht dem Wesentlichen nach in Folgendem. Man stellt in einen großen Glaskasten mit dachförmiger Zuspitzung mehrere ganz flache Gefäße von Glas, Porzellan oder Holz in drei bis vier Reihen so auf einander, daß sie von dem Boden und dem Deckel des Gefäßes, so wie von einander mehrere Zoll hoch entfernt sind, bedeckt jedes derselben eine Linie hoch mit schwach befeuchtetem Platinmohr, und bringt auf den Boden des Gefäßes so viel Alkohol, Weingeist oder Branntwein, als durch das Oxygen der in dem Kasten eingeschlossenen Luft oxydirt werden kann. (Der Sauerstoff von 1000 Kubikzoll Luft oxydirt 110 Gran absoluten Alkohol zu 122 Gran reiner Essigsäure und 64,5 Gran Wasser.) Man setzt den ganzen Apparat dem Lichte und einer Temperatur von 20—30° C. aus, und befördert die Verdunstung der in ihm enthaltenen Flüssigkeit durch einige in dieselbe eingehängte Blätter Fließpapier. Nach wenigen Minuten beginnt der Prozeß der Oxydation des Alkohols unter so großer Erwärmung des Platinschwamms, daß die gebildete Essigsäure in Dämpfen erscheint, die sich an der innern Oberfläche der Glaswände schnell verdichten, und in Tropfen auf den Boden des Gefäßes herabfließen. Diese Erscheinung dauert so lange, als noch Sauerstoff vorhanden ist. Will man den Prozeß verlängern, so muß man den Kasten einige Augenblicke öffnen, damit er mit neuer Luft gefüllt werde. Mit einem Glaskasten von 12 Kubikfuß Rauminhalt kann man mit 6—9 Unzen Platinmohr täglich ein Pfund Alkohol in reine Essigsäure verwandeln, die unmittelbar zu allen chemischen und pharmaceutischen Arbeiten verwendet werden kann. Ist man im Besitze von 20—30 Pfund Platinmohr, so kann man täglich 250—300 Pfund Branntwein in Essigsäure verwandeln. Obgleich

an der Ausführbarkeit dieses Vorschlags keineswegs gezweifelt werden kann, so ist doch bis jetzt eine Ausführung desselben im Großen noch nicht versucht worden; diese merkwürdige Thatsache liefert jedoch den Beweis, daß die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure durch bloße Oxydation, nämlich durch Aufnahme einer gewissen Menge von Sauerstoff erfolgt *)

Die Erfahrung lehrt, daß, wenn gleich in einer bloßen Mischung aus Alkohol und Wasser unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft und der Wärme nach längerer Zeit etwas Essigsäure sich bildet, diese Essigbildung jedoch auf eine wirksame Weise nur dann Statt finde, wenn ein Ferment vorhanden ist, welches hier auf ähnliche Art die Oxydation des Alkohols einzuleiten scheint, wie im vorigen Falle der Platinschwamm. Als solches Ferment dient eine azothaltige oder eine solche Substanz, welche schon in der sauren Gährung begriffen ist. Solche Substanzen sind: schon fertiger Essig, Hefe von Essig, Roggen- oder Gerstenbrot, Sauerteig und ähnliche vegetabilische Stoffe, welche Pflanzenleim (Kleber) enthalten. Diese Körper, durch deren Zusatz die Essigbildung beschleunigt wird, heißt man Essigmutter. Das beste und reinste Ferment ist schon fertiger Essig. Nebst dem Ferment ist eine zweite wesentliche Bedingung der Essigbildung oder der sauren Gährung die Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß weingeisthältige Flüssigkeiten, als: Branntwein, Wein, Bier u. s. w. in geschlossenen Gefäßen jahrelang aufbewahrt werden können, ohne in die saure Gährung überzugehen, selbst wenn sie auf dem Lager (der Wein-

*) 580.64 Gewichtstheile Alkohol = $H^{12} C^4 O^2$ (s. Art. Äquivalente) bestehen aus: 74.88 Th. Wasserstoff = H^{12},
305.76 Th. Kohlenstoff = C^4,
200.00 Th. Sauerstoff = O^2.
Verbinden sich nun mit dieser Mischung 400 Th. Sauerstoff = O^4, so entstehen: Wasser = $H^6 O^3$ = 337.44 Th.,
und Essigsäure = $H^6 C^4 O^3$ = 643.20 Th.
Oder: bei der Essigbildung nehmen 100 Gewichtstheile Alkohol 68.89 Th. Sauerstoff auf; und es entstehen 58.11 Th. Wasser und 110.73 Th. Essigsäure.

D. H.

oder Bierhefe u. s. w.) liegen. Eben so bekannt ist es, daß eben diese Flüssigkeiten, wenn sie einige Zeit in offenen Gefäßen stehen, leicht sauer werden, besonders bei einer etwas höheren Temperatur. Füllt man eine Flasche mit reinem Branntweine, und setzt sie unverstopft dem Einflusse der Luft und der Wärme aus, so wird die enthaltene Flüssigkeit selbst nach Wochen nicht merklich sauer seyn, zum Beweise, daß die saure Gährung ohne Ferment selbst unter dem Einflusse der Wärme und der Luft nicht gehörig von Statten geht. Setzt man das nöthige Ferment zu, verstopft aber die bis oben gefüllte Flasche luftdicht, so wird die Flüssigkeit ebenfalls nicht sauer werden, zum Beweise, daß ohne Zutritt der Atmosphäre keine saure Gährung möglich ist. Ist die Flasche jedoch nur zur Hälfte gefüllt, so daß über der Flüssigkeit noch Luft enthalten ist, so wird sich in Kurzem etwas Essigsäure bilden.

Untersucht man in dem letzten Versuche die nach vollendeter Gährung in der Flasche zurückgebliebene Luft, um zu sehen, welche Veränderung sie selbst etwa während der Gährung erlitten hat, so findet man, daß sie außer etwas Kohlensäure, die schon früher in ihr vorhanden war, bloß aus Stickstoffgas besteht. Das Sauerstoffgas derselben hat sich also mit dem Alkohol zu Essigsäure und Wasser verbunden (S. 317).

Da die Aufnahme des Sauerstoffs aus der Luft nur auf der Oberfläche der gährenden Flüssigkeit Statt haben kann, so sieht man gleich hier die nothwendige und für die Praxis höchst wichtige Folgerung, daß die Aufnahme von Sauerstoff und mithin die Essigbildung um so schneller vor sich gehen werde, je größer die Oberfläche ist, an welcher sich die atmosphärische Luft und die gährende Flüssigkeit berühren, oder je häufiger die Theile der in der Säurung begriffenen Flüssigkeit mit der Luft in Berührung gebracht werden. Wir werden später sehen, daß die ganze Methode der Schnellgährung größtentheils auf diesem Satze beruht.

Einen großen Einfluß auf die Essigbildung hat ferner die Temperatur, in welcher sich die Flüssigkeit befindet. Die saure Gährung geht bei niederer Temperatur nur sehr langsam vor sich, aber sie erfolgt viel lebhafter mit dem Steigen derselben, ja es scheint, daß bei hohen Temperaturen die weingeistigen Dämpfe in Berührung mit atmosphärischer Luft auch für sich, ohne Fer-

ment, in Essigsäure verwandelt werden können, da bei der Destillation des Branntweins in einem etwas größeren Helme und Kühlrohre, wohin die Luft Zutritt hat, sich Essigsäure erzeugt. (S. Art. Branntweinbrennerei.) Indessen wirkt die Wärme bei der Essiggährung sicher nicht bloß als Beförderungsmittel der Verbindung des Weingeistes mit dem Sauerstoffgas, d. h. sie wirkt nicht bloß chemisch, sondern wohl auch mechanisch in der Art, daß aus der erwärmten Flüssigkeit im Verhältnisse der höhern Temperatur mehr Weingeistdämpfe an die Oberfläche treten, und über derselben eine dünne, mit der atmosphärischen Luft sich mischende Schichte bilden, die Essigbildung sonach schneller vor sich gehen muß, als wenn die atmosphärische Luft nur allein mit der bloßen Oberfläche der weingeisthältigen Flüssigkeit in Berührung wäre.

Setzt man nun eine weingeisthältige Flüssigkeit, z. B. Wein, Bier u. s. w., mit dem nöthigen Ferment versehen, einer Temperatur von 18—20° C. und dem Einflusse der Luft aus, so wird die vorher klare Flüssigkeit nach und nach trübe, man bemerkt im Innern des Gefäßes und an den Seitenwänden desselben eine sanfte Bewegung fadenförmiger und schleimiger Theilchen, die sich allmählich ausscheiden, und auf die Oberfläche der Flüssigkeit emporsteigen. Die Oberfläche selbst bedeckt sich mit einem leichten Schaume, der sich nach und nach zu einer mehr oder weniger dicken Haut verdichtet, die nach längerer Zeit zu Boden fällt (Essigmutter). Die Flüssigkeit selbst wird während dieses Prozesses wärmer als die sie umgebende Luft, und die Statt habende Essigbildung gibt sich durch den eigenthümlichen Essiggeruch deutlich zu erkennen. Wenn endlich fast aller Weingeist in Essig verwandelt worden ist, tritt allmählich wieder Ruhe ein; die Temperatur der Flüssigkeit sinkt auf die der umgebenden Luft herab; sie wird allmählich wieder klar und hell, und gibt sich durch Geschmack und Geruch als fertiger Essig zu erkennen.

Nach Verschiedenheit der Stoffe, aus denen man den Essig bereitet, hat er verschiedene Nahmen, als: Weinessig, Rosinenessig, Cider- oder Obstmostessig, Zuckeressig, Honigessig, Malz- oder Getreideessig, Bieressig ꝛc. Diese Essigarten sind zwar rücksichtlich der Essigsäure, die sie enthalten,

wesentlich nicht verschieden; sie enthalten aber dennoch nach Verschiedenheit der Stoffe, aus denen sie bereitet werden, mehr oder weniger unwesentliche Theile beigemischt, die sie sowohl nach dem Geschmacke als dem Geruche mehr oder weniger von einander unterscheiden. So enthält echter Weinessig stets Weinstein, wenn auch nur in geringer Menge in sich aufgelöst, wodurch er sich von allen anderen Essigarten wesentlich unterscheidet. Da die Rosinen bloß aus eingetrockneten Weinbeeren bestehen, in welchen der Weinstein als natürlicher Gemengtheil schon enthalten, so kommt der Rosinen-Essig dem Weinessig auch am nächsten.

Dem Cider- oder Obstessig fehlt der Weinstein gänzlich, dafür enthält er sehr viel Äpfelsäure. Der Zucker- oder Honigessig enthält ebenfalls Äpfelsäure, aber keine Weinsäure. Der Getreide- oder Malzessig enthält neben der Essigsäure auch noch Phosphorsäure, die zum Theile an Kalk- und Talkerde gebunden ist. Der aus Bier bereitete Essig, Bieressig, enthält wegen des demselben beigemischten Hopfens einen etwas bittern Geschmack, so daß er nicht zu jedem Zwecke benutzt werden kann.

Da der Alkohol der Grundstoff ist, durch dessen Oxydation die Essigsäure gebildet wird; so kann Essig bereitet werden: 1) aus allen Flüssigkeiten, welche schon fertigen Weingeist enthalten, als Wein, Zider, Bier, Branntwein rc.; 2) aus allen vegetabilischen Substanzen, welche unter den gehörigen Umständen in die weinige Gährung gesetzt werden können, oder aus welchen Branntwein gezogen werden kann, als Zucker, Schleimzucker, Honig, zuckerige Früchte und Säfte, Schleim und Stärke haltende Vegetabilien rc. Wir wollen zuerst von der Darstellung des Essigs aus weingeisthältigen Flüssigkeiten sprechen, und wenden uns hier gleich zur fabrikmäßigen Bereitung desselben.

Das erste Bedürfniß eines Essigfabrikanten ist eine gute Essigstube, d. h. ein geschlossener Raum, in welchem die in eigenen Gefäßen aufgestellten weingeisthältigen Flüssigkeiten in einer der sauren Gährung entsprechenden gleichmäßig erhöhten Temperatur erhalten werden können. Erinnert man sich, daß die Essiggährung nur unter Zutritt der atmosphärischen Luft und un-

ter dem Einflusse einer erhöhten Temperatur Statt haben kann, so ergeben sich leicht die Eigenschaften einer guten Essigstube. Da die Luft in ihr fortwährend verändert, d. h. ihres Sauerstoffs beraubt wird, so muß sie oft erneuert werden können. Dazu dienen passend angebrachte Luftlöcher und Ventilatoren, die jedoch so eingerichtet seyn müssen, daß sie nach gehörig erneuerter Luft leicht wieder verschlossen werden können, damit nicht unnöthig Wärme und Essigdämpfe verlören gehen, welche die Essiggährung selbst bedeutend befördern. Damit in der Essigstube die gehörige erhöhte Temperatur hervorgebracht, und erhalten werden könne, muß sie leicht zu heitzen seyn. Dazu ist aber erforderlich, daß sie, abgesehen von ihrer Größe, die sich nach der Ausdehnung des Geschäftes richten muß, nicht zu hoch, und aus einem Material erbaut sey, welches die Wärme schlecht fortleitet. In Bezug auf die Höhe ist zu bemerken, daß in einer höhern Essigstube überhaupt mehr Luft erwärmt, also stärker geheitzt werden muß, und daß die wärmere Luft stets nach oben strebt, wo man sie am wenigsten braucht. Niedrige Essigstuben sind daher vorzuziehen. Hat man keine Wahl, so kann man dem entstehenden Nachtheile zum Theile dadurch entgehen, daß man die Gefäße so hoch als möglich aufstellt. In ältern Essigfabriken findet man daher die Gefäße stufenweise über einander gestellt, wo natürlich die in den oberen enthaltene Flüssigkeit schneller sauer wird, als die in den untersten.

In Bezug auf das Material, woraus die Essigstube gebaut seyn sollte, wäre der schlechteste Wärmeleiter der beste; unter den Baumaterialien ist dieses das Holz, nächst diesem, Backsteine. Eine hölzerne Essigstube ist am leichtesten heitzbar, und erhält die Wärme am längsten. Ist sie von Backsteinen erbaut, so könnten die inneren Wände mit Bretern ausgekleidet, und mit Öhlfarben übertüncht werden, da glatte Flächen die Wärme weniger einsaugen, als rauhe. Die besten Öfen für Essigstuben sind irdene, oder aus Backsteinen erbaute, da sie die Wärme am längsten halten, also nicht stete Feuerung erfordern. Damit überall gleiche Temperatur Statt finde, muß der Ofen mit einem passenden Schirm umgeben seyn, oder es müssen von demselben durch die ganze Essigstube Feuerkanäle, und zwar so viel als möglich am

Boden hingeleitet werden; diese Feuerkanäle sind aus Thon, und können in größern Essigstuben selbst gemauert seyn, wie in Treibhäusern, so daß die Säuerungsgefäße unmittelbar auf denselben stehen können. Der irdene Ofen steht in einer kreisförmigen, mit Backsteinen ausgemauerten Vertiefung des Fußbodens, von wo man durch kleine Treppen zu ihm hinab steigt, so daß er nur etwa einen halben Fuß über denselben emporragt. Von dem Ofen aus geht dann einen halben Fuß über dem Boden der irdene Feuerkanal hin und her, bis er sich in den Rauchfang einmündet. Für einen größeren Raum sind zwei solcher Öfen erforderlich. In den Feuerkanälen sind passende Klappen angebracht, um sie abzusperren, wenn das Holz abgebrannt ist.

In dieser Essigstube werden nun die Säuerungsgefäße, in welchen nämlich die weingeisthältigen Flüssigkeiten die saure Gährung erleiden, oder bis zu ihrer Umwandlung in Essig aufbewahrt werden, aufgestellt. Dazu dienen im Kleinen steinerne Krüge, große irdene Töpfe, Kufen mit einem Deckel, oder Fässer, deren oberer Boden weggenommen worden, und die nur leicht zugedeckt worden sind. Der Erfahrung gemäß sind Kufen oder Fässer aus Eichenholz zur sauren Gährung am dienlichsten, nur müssen sie, wenn sie neu sind, vor ihrem Gebrauche mit heißem Wasser gehörig ausgebrüht, und von den lösbaren Extraktivstoffen befreit werden, damit diese nicht dem Essig einen üblen Holzgeschmack ertheilen. Überdieß ist es vortheilhaft, neue Gefäße, oder auch alte, lange nicht gebrauchte, vor ihrer Benützung mit warmen Essig gut auszubrühen, weil dann der in die Seitenwände eingedrungene Essig, also das Gefäß selbst gleichsam als Essigmutter wirkt. Ist die Essiggährung vollendet, so wird der fertige, aber nicht klare Essig in die Klärtonnen gefüllt, wo er bis zur völligen Klärung stehen bleibt, um von diesen in die Lagerfässer abgezogen zu werden.

Da bei dieser gewöhnlichen und älteren Methode, von deren Betreibung noch weiter unten die Rede ist, die Essiggährung in den Säuerungsgefäßen, in welchen die atmosphärische Luft bloß mit der Oberfläche der Flüssigkeit in Berührung steht, stets mehrere Wochen dauert, bis sie ganz vollendet ist, so hat man in neuerer Zeit gesucht, durch eine besondere Einrichtung der

Säuerungsgefäße die Gährung zu beschleunigen, und nannte die ganze Methode, wornach dieß geschieht, die Schnell-Essigfabrikation. Nach dieser Methode kann man in zwei bis drei Tagen, ja in noch kürzerer Zeit, die Gährung vollenden. Da bei dieser Methode die wesentlichen Bedingungen einer beschleunigten Essigbildung, besonders die Einwirkung der atmosphärischen Luft oder ihres Sauerstoffs auf die Theile der säuerbaren Flüssigkeit, möglichst berücksichtigt sind, dieselbe sonach die praktische Anwendung der im Vorhergehenden aufgestellten Grundsätze in ganzer Ausdehnung enthält; so wollen wir hier dieselbe zuvörderst beschreiben. Das meiste beruht dabei auf der besondern Einrichtung der Säuerungsgefäße, welche so eingerichtet sind, daß die säuerbare Flüssigkeit in einer möglichst ausgedehnten Fläche der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird.

Eine aus Eichenholz erbaute, unten etwas enger zulaufende Kufe oder Bottich von 6—7 Fuß Höhe und 3 Fuß im Durchmesser wird oben mit einem leicht wegzunehmenden, aber gut schließenden eingekerbten Deckel versehen. Etwa einen halben Fuß vom obern Ende entfernt wird die Kufe von innen mit einem starken eichenen oder buchenen Reifen umgeben, der stark genug ist, um einen zweiten ebenfalls wegnehmbaren Deckel zu tragen. Der Raum unter diesem Deckel ist zur Säuerung der Flüssigkeit bestimmt, und damit sie in diesem Raume so viel als möglich mit der atmosphärischen Luft in Berührung komme, ist folgende Einrichtung getroffen. Der zweite Deckel ist wie ein Sieb mit kleinen, 1—2 Linien weiten, Löchern durchbohrt, so daß diese Löcher etwa 1½ Zoll weit von einander abstehen. Durch jedes dieser Löcher wird ein Bindfaden von etwa 6 Zoll Länge gezogen, der durch einen Knopf am obern Ende durchzufallen verhindert wird, während das untere Ende frei in die Kufe herabhängt. Die Dicke der Bindfaden muß so groß seyn, daß sie die Löcher nur so weit schließen, daß eine auf den Deckel gegossene Flüssigkeit nur langsam durchtröpfeln kann. Damit aber die Flüssigkeit von dem obern in den untern Raum der Kufe nicht etwa an den Rändern des zweiten Deckels abfließen könne, müssen die Spalten mit Baumwolle, Werg oder Leinwand gut ausgestopft werden.

Der ganze untere Raum der Kufe wird nun mit Hobelspä-

nen aus Buchenholz bis beinahe an den zweiten Deckel angefüllt. Die von den Bindfäden herabtropfende Flüssigkeit vertheilt sich nun auf diese Hobelspäne, und sinkt von diesen äußerst langsam bis an den Boden der Kufe, wo sie sich ansammelt. Diese Hobelspäne müssen aber vor ihrem Gebrauche in einem Bottich mit heißem Wasser öfters ausgebrüht, dann getrocknet, und endlich mit heißem Essig öfter besprengt werden. Die nämliche Vorsicht ist auch mit der oben beschriebenen Kufe nöthig. Um für stete Erneuerung der Luft zu sorgen, ist die Kufe etwa einen Fuß über dem untersten Boden mit acht gleichweit von einander abstehenden, 8 Linien weiten, von außen nach innen abwärts gehenden Löchern durchbohrt, durch welche zwar die Luft in den unteren Raum eindringen, die an den innern Seitenwänden herabfließende Flüssigkeit aber nicht herausfließen kann. Damit aber der unbrauchbar gewordenen Luft ein Ausweg gestattet sey, sind an dem zweiten Deckel in gleichen Abständen vom Mittelpunkte desselben, so wie von einander selbst vier größere Löcher angebracht, deren Umfang zusammen genommen etwas geringer ist, als der Umfang aller acht Löcher am untern Ende der Kufe. Durch diese vier Löcher werden offene Glasröhren so gesteckt, daß sie über den Deckel einige Zoll emporragen, damit durch sie keine Flüssigkeit abfließen kann. Durch diese Zuglöcher ist für hinreichende Erneuerung der Luft gesorgt Die aus den Glasröhren emporsteigende Luft kann durch ein $2^1/_2$ Zoll weites Loch im obersten Deckel entweichen, durch welches Loch man auch mittelst eines Trichters Flüssigkeit nachgießen kann, wenn sie aus dem obern Raume der Kufe in den unteren abgelaufen ist.

Um die Temperatur im Innern der Kufe zu bestimmen, ist an der Seitenwand derselben etwas über der Mitte ein Loch schief nach abwärts gebohrt angebracht, durch welches man ein mit einem Korkstöpsel umgebenes Thermometer so einsenken kann, daß die Kugel und ein Theil der Skala im Innern der Kufe sich befinden Damit die am Boden der Kufe sich angesammelte Flüssigkeit abfließen kann, bevor sie die Zuglöcher erreicht hat, ist dicht über dem Boden noch ein starkes Bohrloch angebracht, welches einen Korkstöpsel aufnimmt, durch welchen eine heberförmig nach auf- und abwärts gebogene Glasröhre so angebracht ist, daß die oberste

Biegung derselben nur wenig unter den Zuglöchern, und die freie Mündung (der kürzere Schenkel des Hebers) etwa 3 Zoll unter der Ebene der Zuglöcher sich befinde. Die aus der Glasröhre langsam abfließende Flüssigkeit wird in einem untergestellten Fasse gesammelt. Die Kufe selbst steht auf einem hölzernen oder gemauerten Gerüste von 1—1½ Fuß Höhe.

Ein auf diese Weise hergestelltes Säuerungsgefäß wird ein Gradirfaß genannt. Dasselbe wird nun auf folgende Art in Gebrauch gesetzt:

Zuerst wird die Essigstube bis auf 30—35° R. geheitzt, so lange, bis das Thermometer im Gradirfasse wenigstens 20° R. zeigt; dann laßt man mit der Feuerung nach, und gießt durch den obersten Deckel des Fasses ein bis auf 50° R. erwärmtes Gemische von 8 Theilen Branntwein, 25 Theilen Fluß- oder Regenwasser, 15 Theilen guten Essig, und eben so viel Theile guten klaren Bieres. Man gebraucht dabei die Vorsicht, nur das Wasser, oder das Wasser und den Essig zu erhitzen, dann demselben den kalten Branntwein und das Bier zuzumischen. Man gießt von diesem Gemische nur so viel ein, als nöthig ist, um den zweiten Deckel 2—3 Zoll hoch mit der Flüssigkeit zu bedecken, und gießt später das Übrige eben so nach.

Wenn die Flüssigkeit das erste Mahl durch das Gradirfaß gegangen ist, so ist sie noch keineswegs hinreichend gesäuert, sondern der in dem untergestellten Auffanggefäß angesammelte schwache Essig muß ein zweites Mahl, und wo es nöthig ist, selbst ein drittes Mahl durch das Gradirfaß gehen, damit aller Weingeist in Essig sich verwandle. Überhaupt muß bemerkt werden, daß je weingeisthältiger die Flüssigkeit ist, desto schwieriger und langsamer ist ihre Verwandlung in Essig, aber desto stärker wird auch letzterer. Um diese Schwierigkeit einiger Maßen zu heben, thut man gut, der Maische nicht gleich das erste Mahl allen Branntwein beizumischen, sondern dieß das zweite und dritte Mahl zu thun, besonders wenn man sehr starken Essig bereiten will.

Hat man das Gradirfaß schon einige Tage gebraucht, so ist es nicht mehr nöthig, der Mischung des Weingeistes mit Wässer immer Essig oder Weißbier zuzusetzen, weil die Wände des Gra-

dirfasses, die Buchenspäne und Bindfäden, die ganz mit Essig durchdrungen sind, die Stelle desselben vertreten; jedoch muß die Mischung stets bis auf 30° R. erwärmt eingetragen werden. Statt der obigen Mischung aus Branntwein, Wasser und Bier kann man nach Dingler klares Branntweingut, d. h. die nach überstandener Weingährung aus Getreide-Malz erhaltene Flüssigkeit mit etwas Branntwein anwenden. Der im Auffanggefäß angesammelte fertige Essig kann sogleich in die Lagerfässer zur Aufbewahrung und Benutzung gegeben werden.

Man hat dieser Verfahrungsart den Vorwurf gemacht, daß durch die Beimischung von Zucker und schleimhaltigen Stoffen, welche im Bier oder Branntweingut enthalten sind, nebst der Essiggährung auch noch eine theilweise Weingährung Statt finde, mithin nebst andern Stoffen, als Hefe ꝛc., auch viel Kohlensäure ausgeschieden werde, welche letztere die Luft im Zimmer verderbe, und sonach die Säuerung hindere. Das letztere ist in sofern gegründet, als die kohlensaure Luft, da sie schwerer als die atmosphärische Luft ist, diese durch die Zuglöcher nicht so leicht eindringen läßt, was nachtheilig auf die Säuerung einwirken muß. Dieses Hinderniß läßt sich jedoch durch eine lebhaftere Zirkulation der Luft in der Essigstube über deren Fußboden, oder durch Ausstellung von gebranntem Kalk in derselben beseitigen.

Mehr zu berücksichtigen ist der Vorwurf, daß durch Zusatz von Bier u. s. w. mehr Hefe im Gradirfaß sich ablagere, wodurch eine öftere Reinigung desselben und der Buchenspäne, mit Zeit- und Essigverlust, verursacht werde, da das ganze Gradirwerk eben so, als wenn es neu wäre, zum ferneren Gebrauche zubereitet werden muß. Diesem Vorwurfe läßt sich zum Theile dadurch begegnen, daß man nur sehr klares Bier und Branntweingut, oder besser gar keines zusetzt, indem die Erfahrung lehrt, daß ein Gemisch von Branntwein, Wasser und etwas Essig eben so gut in Säuerung übergehe.

Ein wirklicher Nachtheil bei der Schnell-Essigfabrikation ist das Verdunsten der weingeisthältigen Flüssigkeit. Da nämlich im Gradirfasse stets eine Temperatur von 35° R. ist, so kann es nicht fehlen, daß bei dem steten Luftwechsel zugleich auch Weingeist sich verflüchtige. Diesem Nachtheile könnte man wohl dadurch

begegnen, daß man die aus dem obersten Deckel ausströmende Luft durch ein Kühlrohr leite, und die verdichteten Weingeistdämpfe sammle; es scheint jedoch, daß bei der großen Verdünnung des Weingeistes und der schnellen Säuerung desselben, bei welcher er zugleich die Flüchtigkeit verliert, der Verlust von Weingeist nicht bedeutend sey.

Um das lästige und kostspielige Erwärmen der Maische zu ersparen, kann man über dem Gradirfaß ein zweites kleineres mit einem Hahn versehenes Faß so anbringen, daß die Maische durch den Hahn unmittelbar in ersteres abgelassen werden kann. Da dieses kleinere Faß in einer höhern, mithin wärmeren Luftschichte liegt, so wird die Maische darin von selbst in die nöthige Temperatur versetzt, und braucht nicht jedes Mahl besonders erwärmt zu werden. Man thut zu diesem Ende sehr wohl, statt eines einzigen solchen Fasses, deren zwei über dem Gradirwerke anzubringen, und die im Auffanggefäße angesammelte Flüssigkeit in das eine zu übertragen, während die Maische aus dem andern abfließt, weil sie durch das längere Verweilen darin bis auf den nöthigen Grad erwärmt werden kann, und die Operation keine Unterbrechung erleiden darf.

Verwendet man zur Maische bloß Wasser und Branntwein ohne Zusatz zucker- und schleimhältiger Stoffe, so ist, wie oben gesagt wurde, der im Auffanggefäß angesammelte Essig vollkommen klar, und zum Gebrauche geeignet. Verwendet man aber zur Maische Bier, Branntweinwürze, Obstmost u. s. w., kurz, Flüssigkeiten, die mehr oder weniger fremdartige Theile enthalten, so muß der gebildete Essig von dem Auffanggefäße in eigene Klärgefäße, die in einem Keller, oder besser, in einem temperirten Nebenzimmer stehen können, gebracht werden. Diese Klärgefäße sind Kufen oder gewöhnliche Fässer, deren oberen Boden man weggenommen, und die man wie das Gradirfaß mit Buchenspänen gefüllt hat. In diesen setzt der trübe Essig innerhalb zwei bis drei Tagen die fremdartigen Bestandtheile an die Buchenspäne ab, und kann dann in die Lagerfässer abgezogen werden.

Gewöhnlich ist der Essig, wie er vom Gradirwerke kommt, fast farblos. Durch gebrannten Zucker kann er weingelb, oder durch Heidelbeeren roth gefärbt werden. Will man demselben den

Geschmack von echtem Weinessig geben: so löse man darin etwas Weinstein und Zucker auf, etwa 8 Loth Weinstein und 16 Loth Zucker auf 40 Maß Essig. Es ist übrigens leicht begreiflich, daß derjenige, dem das oben beschriebene Gradirwerk zu kostspielig ist, aus jedem mehrere Eimer fassenden Weinfaß durch einige wenig kostspielige Abänderungen ein Gradirwerk sich verschaffen kann.

Wir fügen hier noch das Verfahren nach Dr. Kastner's Vorschriften bei. Auch er bedient sich des oben beschriebenen Gradirwerkes, nur arbeitet er mit zwei Gradirfässern. Zur Bereitung des Essigs braucht er folgende drei Gemenge;

Erstes Gemenge: in einem großen Gefäße werden 4 Theile Branntwein, der 60 Prozent Alkohol nach Tralles's Skala enthält, mit 3 Theilen Malzwein*) gut gemengt.

Zweites Gemenge: es besteht aus 2 Theilen des ersten Gemenges, und 5 Theilen weichen Flußwassers oder Regenwasser.

Drittes Gemenge: dieses besteht aus 2 Theilen des ersten Gemenges, und 6½ Theilen fertigen Essig (16 Maß des ersten Gemenges und 135 Maß Essig).

Der Gang der Operation ist nun folgender: in jedes der

---

*) Die Bereitung des Malzweines gibt Kastner auf folgende Weise an: Achtzig Pfund Gersten-Luftmalz und 40 Pfund Weizen-Luftmalz werden zusammen geschrotet. Diese 120 Pfund Malzschrot werden mit 150 Berliner Quart (etwa 118 W. Maß) Wasser von 40° R. eingeteigt, endlich aber noch 300 Quart (237 Maß) siedend heißen Wassers zugegeben, und die ganze Masse so lange abgearbeitet, bis alle Klumpen verschwunden sind; dann wird sie in einem gut zugedeckten Bottich durch 2—3 Stunden der Ruhe überlassen, damit alles Malz ausgesaugt werde, die süßlich schmeckende Maische wird dann abgeseiht, und wenn sie bis auf 14° R. abgekühlt ist, mit 15 Pfund guter Bierhefe gut abgearbeitet, durch zwei bis drei Tage in einem leicht bedeckten Bottich der Weingährung überlassen, und nachdem diese vollendet ist, wird die ausgegohrne Flüssigkeit mittelst eines, einige Zolle über dem Boden angebrachten Zapfens abgezogen, und hierdurch sowohl von der Ober- als Unterhefe befreit. Dieß ist nun der Malzwein, der in verschlossenen Gefäßen sich lange aufbewahren läßt.

beiden Gradirfässer wird von dem dritten Gemenge vorsichtig durch die Öffnung des obersten Deckels nur so viel gegossen, um den durchlöcherten Boden zu bedecken, wobei die Essigstube bis auf 30° R. erwärmt seyn muß. Die Flüssigkeit sickert langsam durch die Hobelspäne, und tröpfelt endlich aus der heberförmigen Röhre in das Auffanggefäß, worin sich in einer Stunde etwa 8—9 Maß ansammeln. Ist die abgetröpfelte Flüssigkeit nicht hinreichend sauer, so wird sie gehörig erwärmt wieder aufgegossen, und damit so lange fortgefahren, bis sie zu vollkommen gutem Essig geworden ist. Ist die Gährung in beiden Gradirfässern einmahl so weit gediehen, so ändert sich das Verfahren. Man gießt nämlich statt des dritten Gemenges die nöthige Quantität des zweiten Gemenges in das erste Gradirfaß, und wenn eine hinreichende Menge sich im Auffanggefäße gesammelt hat, wird sie nicht wieder zurück in dasselbe Gradirfaß, sondern in das zweite aufgegossen, in das erste aber vom zweiten Gemenge eben so viel nachgetragen. Die im Auffanggefäße des zweiten Gradirfasses angesammelte Flüssigkeit ist nun entweder ganz fertiger Essig, und kann aufbewahrt werden, oder sie ist nicht hinreichend gesäuert, und muß daher den Gang durch das erste Gradirfaß, und von diesem durch das zweite wiederhohlen. Auf diese Art sind stets zwei Gradirfässer im Gange, und man gewinnt von 5 Uhr Morgens bis 10 Uhr Abends gegen 70 Maß vorzüglich guten Essigs, und mit zehn Fässern kann man in 24 Stunden gegen zwölf Eimer sehr guten Essigs fabriziren.

Man sieht aus diesen Mittheilungen, worauf das Verfahren der Schnell-Essigfabrikation im wesentlichen beruhe; übrigens ist dasselbe sowohl in den Apparaten als in der Manipulation noch mancher Veränderungen oder Verbesserungen fähig.

Weniger schnell, aber mit weniger Verlust an Weingeistdämpfen, und mit mehr Holzersparniß verbunden, ist das ältere Verfahren bei der langsamen Essiggährung. Bei dieser ältern Methode wird die mit dem sauern Ferment versehene Maische in offenen, oder nur leicht bedeckten Kufen, oder auch steinernen Krügen, so lange einer Temperatur von 15—20° R. ausgesetzt, bis ohne weiteres Zuthun die saure Gährung vollendet, und vollkommen fertiger Essig daraus entstanden ist. Dieser wird dann

durch Heber oder Abzughähne von den Gährungsgefäßen abgezogen, in den Klärgefäßen über Buchenspänen oder Holzkohle geklärt, und in Lagerfässern aufbewahrt.

Auch bei dieser gewöhnlichen ältern Methode kann man die Essigbildung dadurch beschleunigen, daß man die Berührung der atmosphärischen Luft mit den Theilen der zu säurenden Flüssigkeit befördert.

Es ist daher vortheilhafter, in kleinen flachen Gefäßen zu arbeiten, als in großen tiefen, weil in jenen die gährende Flüssigkeit in eine größere Berührung mit der atmosphärischen Luft kommt; da man hier aber mit offenen Gefäßen arbeitet, so darf die Temperatur in der Essigstube nie so hoch, wie bei der Schnell-Essigfabrikation seyn, weil sonst zu viel Weingeist verdunsten würde. Da ferner die Hefe während der Gährung auf der Oberfläche eine eigene Haut bildet, durch welche die gährende Flüssigkeit von der atmosphärischen Luft abgesperrt wird, so muß diese fleißig abgenommen werden.

Durch das öftere Überfüllen der in der Säuerung begriffenen Flüssigkeit aus einem Gefäße in ein anderes, hat man es in der Gewalt, die Essigbildung zu beschleunigen. Es kann dieß dadurch geschehen, daß aus einer tiefer stehenden Kufe die Flüssigkeit von Zeit zu Zeit in ein höher stehendes Gefäß gepumpt wird, aus welchem sie durch das über dem Boden befindliche Zapfenloch wieder in die erstere zurück fließt, u. dgl.

Zur Bereitung des Essigs aus den verschiedenen weingeisthältigen Flüssigkeiten nach dieser Weise, werden hier noch einige Vorschriften angeführt.

Bereitung des Essigs aus Branntwein. Man verdünnt 100 Maß starken Branntwein mit 800—900 Maß Fluß- oder Regenwasser. Die zuzusetzende Essigmutter besteht aus 1 Pfund Hefe, 20—24 Maß Essig, 10 Pfund Honig, und 6 Pfund gestoßenen Weinstein, welches Gemische durch ein paar Tage warm gehalten, gut umgerührt, dann der Maische zugesetzt, und gut mit derselben abgearbeitet wird. Diese wird dann auf die Gährungsgefäße vertheilt, in welchen nach zwei bis drei Tagen die Gährung beginnt, und in zwei bis drei Wochen vol-

lendet ist. Der nach abgezogenem Essig zurück gebliebene Bodensatz dient mit Zusatz von Honig und Weinstein neuerdings als Essigmutter; der auf diese Art erhaltene Essig gleicht sehr dem echten Weinessig. Eine andere Vorschrift: man verdünnt den Branntwein mit Wasser so weit, daß er nur 6 Prozent enthält, und gibt dann zu jeden 30 Maß davon 10 Maß starken warmen Essig, und 2—3 Pfund Syrup zu, und füllt die Flüssigkeit in kleine Gefäße, in welchen die Gährung nach fünf bis sechs Wochen vollendet ist.

Im Kleinen kann man Essig etwa nach folgender Vorschrift bereiten: 1 Maß Branntwein wird mit 10—12 Maß Regen- oder Flußwasser, oder gesottenem Wasser verdünnt, dann 10 Loth Weinstein, 1/2 Pfund Zucker und 1/4 Pfund Sauerteig zugesetzt, gut abgerührt, und durch einige Wochen in einem steinernen Kruge an einem warmen Orte stehen gelassen, dann abgezogen, über Kohlen oder durch Eyweiß geklärt, und zum Gebrauche aufbewahrt.

Übrigens muß hier bemerkt werden, daß der Branntwein vor seinem Gebrauche zu Essig entfuselt werden muß, damit nicht der Essig einen unangenehmen Beigeschmack erhalte. Dasselbe gilt auch vom Branntweinlutter, aus welchem man nach denselben Vorschriften, wie aus Branntwein, Essig bereiten kann; er muß jedoch wenigstens so stark seyn, daß 10 Maß desselben 1 Maß guten Branntwein geben, widrigenfalls er durch Zusatz von Branntwein verstärkt werden muß. Nach Westrumb setzt man zu 300 Pfund Lutter 4 Pfund Hefe, 8 Pfund Rohzucker oder Honig, 5—10 Pfund Weinstein zu, und verfährt, wie oben.

Bereitung des Essigs aus Wein. Saure schwache Weine gehen, der Berührung der Luft ausgesetzt, in der Wärme leicht in Essig über. Gute Weine vollenden jedoch um so langsamer die Essiggährung, je mehr süß und geistig sie sind, d. i. je mehr sie Zucker und Alkohol enthalten. Starke Weine müssen daher durch weiches Wasser gehörig verdünnt, und die saure Gährung durch Zusatz von Essighefe beschleunigt werden. Als Essighefe dient hier wieder am besten schon fertiger Essig. Je stärker übrigens der Wein war, desto

stärker wird der Essig aus demselben. Um aus starkem Weine Essig zu bereiten, muß man demselben schon fertigen guten Essig nur in kleinen Portionen (etwa zu $^1/_{10}$) zusetzen, mit dem Zusatze einer neuen Portion immer abwartend, bis die vorige schon in Essig übergegangen ist. Nach dieser Methode kann selbst aus den süßen südlichen Weinen ein vortrefflicher Essig erzeugt werden. Nach eben dieser Weise läßt sich ein fertiger Essig beliebig verstärken, wenn man demselben in kleinen Portionen nach und nach in längern Zwischenräumen Branntwein zusetzt.

Einen besonderen Ruf hat der in Orleans bereitete Weinessig erlangt; das Verfahren der dortigen Essigfabrikanten besteht im Folgenden. Der zu Essig bestimmte Wein wird in Gefäßen über Buchenspänen aufbewahrt und geklärt. Nur der klare Wein wird für die Gährungsfässer (Mutterfässer) abgezogen. Diese 300 Litres (5 Eimer beiläufig) fassenden Gefäße, deren oberer Boden mit einem 2 Zoll weiten Loche durchbohrt worden, werden in drei Reihen über einander gestellt. Man gießt dann in jedes Mutterfaß 100 Litres (70 Maß) guten siedendheißen Essig, und läßt ihn acht Tage darin stehen, damit alle Seitenwände von demselben gut durchdrungen werden. Je nach acht Tagen gießt man in jedes Faß 10 Litres (7 Maß) Wein nach, und fährt mit diesem Nachgießen bis zum Vollwerden der Fässer fort. Dann bleiben sie unverändert noch 14 Tage stehen, bis der Essig abgezogen wird. Dieß geschieht jedoch nur zur Hälfte. Die zurückbleibende Hälfte dient als Mutter, zu welcher von acht zu acht Tagen 7 Maß Wein zugegossen werden. Der abgezogene Essig ist ohne weiters zu verkaufen, und zu jedem Gebrauche tauglich. Die Essigstube wird im Sommer gar nicht, im Winter nur bis 18° R. geheitzt. Das Fortschreiten der Gährung erkennen die Essigsieder an dem Schaume auf der Oberfläche, der sich an ein hineingestecktes Stück Holz anhängt. Bei schnellerer Gährung wird etwas mehr Wein nachgegossen.

Diese Methode ist langsam, kostet aber wenig Mühe, da man in demselben Fasse oft 50 Jahre arbeitet.

Außer schon fertigem Essig kann man als Essighefe noch verwenden: a) Weinranken. Diese werden in zwei Kufen etwas zusammengedrückt, in einer auf 18—20° R. geheitzten

Essigstube durch drei bis vier Tage sich selbst überlassen, wodurch die saure Gährung eingeleitet wird, dann wird die eine Kufe ganz, die andere nur halb mit Wein angefüllt. Nach 24 Stunden füllt man die halbvolle aus der ganz vollen, und wechselt so alle Tage ab, bis endlich nach 15—20 Tagen der Essig fertig ist. b) Den Saft von sauren Früchten als von sauren Weintrauben, Johannisbeeren u. s. w. Man übergießt den ausgepreßten Saft mit dem drei- bis vierfachen Volum Wein, und überläßt ihn der Gährung. Ist diese vollendet, muß der Essig in den Klärfässern geklärt werden.

Außer dem Traubenwein kann man auch Obstwein oder Zider dazu verwenden. Gewöhnlich verwendet man nur die schlechteren, manchmahl noch unreifen oder halbfaulen Obstsorten zur Essigbereitung. Das zerquetschte Obst wird mit warmem Wasser übergossen, damit es in die geistige Gährung komme. Ist diese überstanden, so kommt die geistige Flüssigkeit in die Säuerungsgefäße, und wird mit Essig oder Essigmutter versetzt. Oder man preßt das Obst gleich Anfangs aus, läßt den Most in die weinige Gährung kommen, und verwendet ihn nachher wie oben. Nur muß hier bemerkt werden, daß Obstessig, da er viele schleimige Theile enthält, leicht umschlägt, d. h. faul wird. Um dieses zum Theile zu verhüthen, muß der fertige Essig über Buchenspänen sorgfältig geklärt werden. Da er gewöhnlich nicht so stark ist, als Weinessig, so ist es gut, ihm vor der Gährung etwas Branntwein zuzusetzen, wodurch er stärker wird, und weniger umschlägt.

Außer den eigentlichen Baumfrüchten können auch die verschiedenen wildwachsenden Beeren: Heidelbeeren, Brombeeren, Vogelbeeren, Maulbeeren, Johannisbeeren u. s. w., zur Essigbereitung verwendet werden, nachdem der ausgepreßte Saft derselben die weinige Gährung überstanden hat.

Da die Essigbereitung aus Zucker, Honig, und aus den stärkmehlhaltigen Substanzen der Getreidearten, Kartoffeln u. s. w., nur dadurch möglich wird, daß diese Stoffe erst die geistige Gährung vollenden, so ist die Hauptbedingung bei dieser Essigbereitung, daß man die dazu zu verwendenden Stoffe vorerst der geistigen Gährung zu unterwerfen im Stande sey. Bei zuckerhältigen Früchten und Säften hat dieß keine Schwierigkeit, ja

die meisten Säfte der süßen Früchte enthalten in sich schon eine hinreichende Menge fermentartiger Stoffe, wodurch die Gährung ohne weiteren Zusatz eingeleitet wird. Will man jedoch aus reinem Zucker, oder aus Honig Essig bereiten, so muß man der hinreichend verdünnten Auflösung in Wasser die nöthige Menge Bierhefe zusetzen, und die Flüssigkeit der der geistigen Gährung günstigen Temperatur aussetzen. Ist diese Gährung überstanden, so hat man es mit einer weingeisthaltigen Flüssigkeit zu thun, und kann wie im Vorhergehenden gelehrt worden, verfahren. Nur muß bemerkt werden, daß man dem aus Zucker oder Honig bereiteten Essig etwas Weinstein beisetzen muß, um ihn dem echten Weinessig ähnlich zu machen. Die weingelbe Farbe erhält er durch Zusatz von gebranntem Zucker.

Döbereiner gibt folgende Vorschrift zur Verfertigung eines vorzüglich guten Zuckeressigs. In 158 Quart (124 W. Maß) siedendem Fluß- oder Regenwasser werden 10 Pfund Farinzucker und 6 Pfund Weinstein aufgelöst; die Flüssigkeit wird hernach in ein Gährungsgefäß gebracht, und wenn sie bis auf 20—25° R. abgekühlt ist, werden noch 4 Quart (3 W. Maß) weiße Bierhefe hinzugesetzt; die Masse wird dann gut umgerührt, leicht bedeckt, während sechs bis acht Tagen der Weingährung bei einer Temperatur von 18°—20° R. ausgesetzt, und wenn alles sich geklärt hat, wird die weingahre Flüssigkeit abgezogen, und entweder in die Gradirfässer oder in die Säuerungsgefäße gebracht, je nachdem man schnell oder langsam Essig bereiten will. Bevor dieses jedoch geschieht, muß man demselben noch 12 Quart (9 W. Maß) starken Branntwein, und bei neuen Gradir- oder Säuerungsfässern noch überdieß 15 Quart (12 Maß) guten Essig zusetzen, um die saure Gährung einzuleiten. Bei schon gebrauchten Gradir- oder Säuerungsgefäßen ist dieser Zusatz von Essig nicht nöthig.

Um die stärkmehlhaltigen Substanzen, nämlich die Getreidearten, der Weingährung fähig zu machen, müssen sie vorher gehörig eingemaischt werden. Das Verfahren dabei ist mit dem Verfahren bei der Bierbrauerei, mit Ausschluß des Zusatzes von Hopfen, identisch, daher wir, sowohl in Bezug auf die Malzbereitung, als auf die Art und Weise, wie aus dem Malzschrote durch

Einmaischen eine Würze auszuziehen, und die Würze zur Gährung zu stellen, auf den Artikel **Bierbrauerei** verweisen.

Nachdem die klare Würze aus dem Malzschrote ausgezogen worden, wird sie auf das Kühlschiff gebracht, und nachdem sie hier bis 15° R. abgekühlt, in den Gährungsbottich abgelassen, und mit Zusatz der nöthigen Hefe in die geistige Gährung versetzt, und auf diese Art ein **Malzwein** bereitet, von dem schon oben S. 329 die Rede war. Es ist aus den in dem Art. **Bierbrauerei** S. 120 angegebenen Gründen auch hier vortheilhaft, die Würze nach dem Abziehen aus dem Maischbottich einige Zeit, jedoch ohne Hopfen, zu kochen. Auf 200—250 Maß Essig rechnet man 100 Pfund Gerstenmalz.

Nach beendigter geistiger Gährung wird die weinige Flüssigkeit von der Hefe abgezogen, und in Fässern bis zur völligen Klärung aufbewahrt. Ist sie vollkommen klar, so werden ihr 10—15 Maß siedender Essig (auf 100 Maß) zugesetzt, und sie dann in den Gradir- oder Säuerungsgefäßen der Essiggährung unterworfen.

Nach vollendeter Essiggährung wird der Essig in die Klärfässer abgezogen, und durch Hausenblase, Zusatz von Branntwein, oder nochmahliges Sieden von dem vielen beigemischten Schleime gereinigt, da er sonst leicht umschlägt. Um ihn dem Weinessig ähnlicher zu machen, setzt man etwas Weinstein zu.

Auf dieselbe Weise verfährt man, um aus Weizenmalz Essig zu bereiten; nur nimmt man, da es sich allein nicht gut ausziehen läßt, mehr oder weniger Gerstenmalz dazu; nach **Döbereiner** zu 80 Pf. Weizenmalz, 20 Pf. Gerstenmalz, auf 200—250 Maß Essig; nach W. **Schmidt** zu 8 Scheffel Weizenmalz, 5 Scheffel Gerstenmalz, aus welchem durch dreimahliges Übergießen mit siedendem Wasser (das erste und zweite Mahl jedes Mahl mit 22—24 Eimer, das dritte Mahl mit 10 Eimern) die Würze ausgezogen, und wie oben verwendet wird. Nach ähnlichen Verhältnissen kann aus Weizenschrot und Gerstenmalz, aus Roggen- oder Haferschrot und Gerstenmalz u. s. w. die Würze, und aus dieser der Essig bereitet werden. Selbst Kleien können zur Essigfabrikation verwendet werden.

Außer den Getreidearten werden von den Knollengewächsen

besonders die Kartoffel zur Essigfabrikation verwendet. Man zieht aus denselben, ganz auf die Weise, wie dieses in dem Art. Branntweinbrennerei beschrieben worden, eine weingeistige Flüssigkeit, die man dann durch die saure Gährung in Essig verwandelt, entweder indem man die gegohrne Maische selbst in die Säuerungsgefäße gibt, oder aus derselben zuerst Branntwein abdestillirt, und diesen hernach zur Essigfabrikation benutzt. Aus 2 Metzen Kartoffeln kann man leicht 3—4 Eimer guten Essig erhalten.

Noch bleibt uns zu erwähnen übrig, daß man den Essigen zum Hausgebrauche öfters aromatische Stoffe zusetzt, um dieselben für den Geschmack und Geruch angenehmer zu machen. Da diese Zusätze größten Theils aus aromatischen Kräutern bestehen, so nennt man sie auch vorzugsweise Kräuteressige, auch aromatische Essige. Diese Zusätze werden dem schon fertigen Essig beigemengt, und dieser durch längere Zeit in Flaschen bei gelinder Wärme (gewöhnlich in der Sonnenwärme) stehen gelassen, bis alles sich auf den Boden gelagert hat, und der Essig klar über dem Bodensatze stehen bleibt. Dann wird er von dem Bodensatze abgegossen, und in verstopften Flaschen zum Hausgebrauche aufbewahrt. Dergleichen aromatische Essige werden von manchen theils zu Speisen, theils zu Parfümerien, selbst im Handel gesucht, und daher manchmahl fabriksmäßig bereitet. Wir fügen daher noch einige Vorschriften zu deren Bereitung hier bei.

Im Allgemeinen muß hier bemerkt werden, daß die Zusätze trocken, von allen unnützen Stielen und holzigen Theilen möglichst befreit und möglichst zerkleinert seyen. Zu den einfachen aromatischen Essigen gehören: a) der Fliederblumen-Essig (Vinaigre Sureau). Die Fliederblumen werden vor ihrem völligen Aufblühen gesammelt, getrocknet, von den Stengeln gereinigt, und dann mit gutem Essig abgegossen. Man nimmt auf 4—5 Mäß guten Essig 2 Pfund Blumen, und läßt den Essig durch vierzehn Tage in einer gläsernen, leicht verstopften Flasche darüber stehen. b) Der Rosen-Essig (Vinaigre Rosat), wird eben so bereitet, indem man 2 Pfund Rosenblätter, die man vor dem vollständigen Entfalten der Rosen gesammelt hat, mit

4—5 Maß gutem Essig übergießt, und wie oben verfährt. c) Der Zitronen- und Orangen-Essig wird durch Abreiben der reifen Früchte an einem feinen Reibeisen, oder noch besser mit Zucker erhalten, indem man die von vier bis fünf Stücken abgeriebene Schale mit 1 Maß gutem Essig durch einige Tage mazerirt.

Oft verlangt man diese Essige farbenlos. Zu diesem Ende müssen die Ingredienzen durch 12 bis 24 Stunden in leichter Digestion erhalten, und dann bei gelinder Wärme in eine Vorlage bis auf einen geringen Rückstand überdestillirt werden.

Zusammengesetzte aromatische Essige zu Speisen gibt es vielerlei, hier nur ein beliebtes Rezept zu zusammengesetztem Salat-Essig. Es werden Dragunkraut, Pfefferkraut, Charlottenzwiebeln und Knoblauch, von jedem 6 Loth genommen, ferner Krausemünzen und Zitronenschalen, von jedem 1 Loth. Alles wird gut zerkleinert, mit 5 Maß gutem Weinessig übergossen, und in einer leicht bedeckten Flasche durch vierzehn Tage mazerirt, dann wie gewöhnlich abgegossen und gereinigt.

Zu Parfümerien werden mancherlei aromatische Essige angewandt. Der Lavendel-Essig wird bereitet, indem man 16 Loth frisch getrocknete, von den Stengeln befreite Lavendelblüthen mit 3 Maß gutem Weinessig übergießt, und durch acht Tage mazeriren läßt, dann abgießt, den Rückstand auspreßt, das Ganze filtrirt und aufbewahrt.

Auf ähnliche Weise wird der Rosmarin-Essig bereitet. Will man diese Essige farblos haben, so nimmt man dazu destillirten oder konzentrirten Essig, vermischt ihn mit etwas von dem ätherischen Öhl (Lavendelöhl, Rosmarinöhl 2c.), und destillirt das Ganze aus einer gläsernen Retorte in eine eben solche Vorlage.

Bekannt ist noch der Vinaigre sans pareille, welcher bereitet wird, indem man zu $3^1/_2$ Maß konzentrirtem Essig eine halbe Maß reinen Wassers, 1 Loth Bergamotöhl, 6 Quentchen Zitronenöhl, 2 Loth Rosmarinöhl und 6 Gran Bisam gibt, das Ganze in eine Retorte gibt, und bei gelinder Wärme $3^1/_2$ Maß überdestillirt. Das Destillat stellt einen sehr angenehm riechenden aromatischen Essig dar.

Der sogenannte Räuberessig (Vinaigre des quatres voleurs)

wird auf folgende Art bereitet: zu drei bis 3½ Maß gutem destillirten Essig werden in sehr verkleinertem Zustande folgende Substanzen gegeben: Wermuth, Rosmarin, Salbey, Krausemünze, Weinraute, von jedem 3 Loth, Lavendelblumen 4 Loth, Knoblauch, Kalmuswurzeln, Zimmt, Nelken und Muskatnüsse, von jedem ½ Loth; das Ganze wird in einer gläsernen Flasche, die mit nasser Blase verbunden wurde, durch vier Wochen stehen gelassen, dann das Flüssige ausgepreßt, filtrirt, und der Flüssigkeit noch 1 Loth in Weingeist aufgelösten Kamphers zugesetzt.

Sowohl für die Fabrikation des Essigs, als für seine so zahlreichen technischen Verwendungen ist es wichtig, den Grad seiner Stärke, d. i. seinen Gehalt an Essigsäure, oder seinen azetometrischen Werth zu kennen. Geübte Kenner bestimmen schon durch bloßen Geschmack den Gehalt an Essigsäure im Essig mit ziemlicher Genauigkeit. Zu einer völlig genauen Untersuchung gehören aber gewiß weniger trügliche Mittel. Das einfachste wäre wohl, den Gehalt der Essigsäure durch das specifische Gewicht des Essigs zu bestimmen, allein, da dem Essig immer mehr oder weniger fremdartige, besonders aber schleimige Theile beigemischt sind, da ferner selbst in reinem Essig ein bedeutender Unterschied an Säuregehalt nur äußerst kleine Unterschiede des specifischen Gewichtes darbiethet, endlich der gemeine Essig selten mehr wirkliche Essigsäure enthält, als 5 Prozent: so ist die Bestimmung des Säuregehaltes durch Ausmittelung des specifischen Gewichtes nicht anwendbar. Z. B. Reine Essigsäure so weit mit Wasser verdünnt, daß die Mischung 5 Prozent Säure enthält, zeigt ein spezifisches Gewicht = 1.0085: gemeiner Essig aber, welcher gleichfalls 5 Prozent Säure enthält, zeigt ein spezifisches Gewicht = 1.025, welches größten Theils den aufgelösten schleimigen Theilen zugeschrieben werden muß.

Um das spezifische Gewicht als azetometrisches Mittel anwenden zu können, haben J. und Ch. Taylor vorgeschlagen, die durch Sättigung mit gelöschtem Kalke erlangte spezifische Schwere des Essigs als Bestimmungsmittel seiner Stärke zu gebrauchen (Jahrbücher des k. k. polytechnischen Instituts, Bd. V. S. 455); welche Methode jedoch durch die Erfahrung noch keine hinreichende Bestätigung erlangt hat.

Es bleibt daher nur noch der Weg übrig, durch die Quantität eines Alkali, welche zur Neutralisirung einer bestimmten Menge Essigs erfordert wird, auf die Menge der Essigsäure in diesem zu schließen. Am gewöhnlichsten wendet man das einfach kohlensaure Kali zu dieser Prüfung an. Es werden nämlich in einer abgewogenen Quantität Essig von einer abgewogenen Quantität vollkommen trocknen einfach-kohlensauren Kalis nach und nach kleine Portionen so lange eingetragen, als ein Aufbrausen entsteht. Nach jedesmahligem Eintragen wird die Flüssigkeit mit einem gläsernen Stäbchen so lange umgerührt, bis alles Salz vollkommen aufgelöst ist. Erfolgt endlich beim vorsichtigen Zusetzen von Kali nur mehr ein schwaches, kaum merkliches Aufbrausen, so untersucht man, ob ein in die Flüssigkeit getauchtes Stückchen blaues Lackmuspapier noch geröthet wird, oder nicht.

Im ersteren Falle enthält die Flüssigkeit noch freie Säure, welche durch neuen Zusatz einer kleinen Menge Kali gebunden werden muß. So wird fortgefahren, bis das blaue Lackmuspapier nicht mehr geröthet, das gelbe Kurkumepapier nicht gebräunt wird. Dann ist das Kali vollkommen gesättigt, und aus dem Gewichte desselben läßt sich die Quantität Essigsäure in der angewandten Quantität des Essigs berechnen. Denn von dem neutralen kohlensauren Kali sättigen 866.36 Gewichtsth. 643.20 Gewichtsth. Essigsäure (s. d. Art. Äquivalente), oder 100 Th. des kohlensauren Kali, welches man zur Sättigung einer bestimmten Menge Essigs aufgewendet hat, entsprechen 74.24 Th. Essigsäure in demselben. Z. B. 1000 Gran Essig haben zur Sättigung 67.34 Gran des kohlensauren Kali erfordert; so ist der Gehalt an Essigsäure $= \frac{74.24 \times 67.34}{100} = 50$ Gran, oder 5 Proz.

Diese Methode wäre hinreichend genau, wenn das neutrale kohlensaure Kali, das begierig Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, immer in demselben Trockenheitszustande angewendet werden könnte, was zumahl in weniger erfahrnen Händen bedeutende Schwierigkeiten hat, wodurch dann die Resultate unsicher und schwankend werden. Diese Schwierigkeit läßt sich jedoch größten Theils dadurch beseitigen, daß man eine bedeutende Menge des trocknen kohlensauren Kali auf einmahl bereitet, dasselbe in einer bestimm-

ten Menge Wasser auflöst, und diese Auflösung in wohl verstopften Flaschen zum Gebrauche aufbewahrt.

Auch bei der Anwendung des kohlensauren Natrons findet der Nachtheil Statt, daß dieses Salz leicht an der Luft verwittert, überdem verschiedene Mengen von Krystallwasser enthält, die nicht immer leicht zu bestimmen sind. Ähnliches findet bei dem kohlensauren Ammoniak Statt; so daß sich diese Salze weniger anwendbar zeigen, als das kohlensaure Kali. Ätzkali oder Ätznatron anzuwenden, geht ebenfalls nicht an, da sie so schwer rein von Kohlensäure zu erhalten sind. Professor Völker in Erfurt hat Kalkwasser als Prüfungsmittel vorgeschlagen; allein auch dieses hat seine Nachtheile, da es nicht immer gleichviel Kalk aufgelöst enthält, und selbst in derselben Flasche durch öfteres Öffnen und Anziehen von Kohlensäure, wodurch kohlensaurer Kalk präzipitirt wird, sich nicht gleich bleibt. Richtigere Resultate würden zwar kohlensaurer Kalk und kohlensaurer Baryt geben, allein für den Techniker ist ihre Anwendung zu unbequem.

Am tauglichsten scheint die Anwendung des Ätzammoniaks zu seyn, und auf dieselbe gründet sich das von F. J. Otto angegebene Verfahren (Erdmann's Journ. f. t. Chemie Bd. 14, S. 159), welches in Folgendem besteht.

Eine 12 Zoll lange und 1/2 Zoll weite Glasröhre, Taf. 95, Fig. 5, wird an dem untern Ende zugeschmolzen, und die Ränder des obern Endes etwas nach außen umgebogen, damit man mit dem Finger bequem diese Öffnung verschließen kann. Am untern zugeschmolzenen Ende befindet sich bei a ein Theilstrich so weit vom Ende entfernt, daß der Raum bis a genau ein Gramm destillirten Wassers bei 13° R. enthält. Der Raum zwischen a und b faßt genau 10 Grammen desselben Wassers. Von b bis c, von c bis d, u. s. w., ist die Röhre in solche Räume getheilt, daß ein jeder derselben genau 2,080 Gramme Wasser oder 2,070 Gramm Ätzammoniakflüssigkeit von 1,369 Prozent Ammoniakgehalt enthalte. Diese Menge von 2,070 Grammen Ätzammoniakflüssigkeit ist aber gerade hinreichend, um 1 Decigramm Essigsäurehydrat zu sättigen. Die Theilstriche von b bis c, c bis d werden mit Diamant in die Glasröhre eingeritzt, und können noch in Viertel u. s. w. eingetheilt werden. Da die Theilstriche bei c,

d, e u. s. w. Prozenten entsprechen, können sie auch mit 1, 2, 3 u. s. w. bezeichnet werden. Die Anfertigung dieses Azetometers ist mittelst einer genauen Wage keinen großen Schwierigkeiten unterworfen. Man wiegt 1 Gramm destillirten Wassers bei 13° R., füllt es in die Röhre, und bezeichnet den Theilstrich a; eben so wird der Theilstrich b durch Hinzugießen von neuen 10 Grammen Wassers bezeichnet, u. s. w.

Dieses einfache Instrument wird nun auf folgende Weise gebraucht. Der Raum bis a wird mit Lackmustinktur gefüllt, welche man zu diesem Behufe aus 1 Quentchen Lackmus und 4 Loth Wassers bereitet. Dann gibt man bis b den zu prüfenden Essig hinzu, wozu ungefähr 10 Gramm erfordert werden. Dadurch bekommt nun die ganze Flüssigkeit eine rothe Färbung. Nun wird von der Probeflüssigkeit, dem schon erwähnten Ätzammoniak von 1,369 Ammoniakgehalt, so lange vorsichtig unter öfterem Aufschütteln, wobei die obere Öffnung der Röhre mit dem Finger vorsichtig verschlossen wurde, so lange zugesetzt, bis die blaue Farbe der Lackmustinktur wieder hergestellt ist. Der Stand der Flüssigkeit in der Röhre gibt dann den Säuregehalt des Essigs in Prozenten an. Stände z. B. nach Herstellung der blauen Farbe die Flüssigkeit bei A, so enthält der Essig 4½ Prozent Essigsäure.

Ein Hauptvortheil dieser Methode ist, daß der Versuch von jedermann, ohne Zeitaufwand und viele Vorkenntnisse, leicht und mit hinreichender Genauigkeit angestellt werden kann, und daß die Probeflüssigkeit überall von derselben Beschaffenheit zu haben ist. Denn der Gehalt an absolutem Ammoniak in derselben läßt sich durch das spezifische Gewicht auf das genaueste bestimmen; das flüssige Ätzammoniak nimmt die Kohlensäure aus der Luft nicht so leicht an, und da es in der Probeflüssigkeit nur sehr verdünnt vorhanden ist, so verliert sie bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre nichts, oder nur sehr wenig vom Alkaligehalt. Absolute Genauigkeit kann man jedoch auch bei diesem Verfahren nicht erwarten; denn erstlich entsteht durch Vermischen von Ätzammoniak mit Essig eine Verdichtung der Flüssigkeit, mithin eine Verringerung des Volumens; und zweitens ist bei der Eintheilung der Röhre von der Voraussetzung ausgegangen worden, daß der Raum von a bis b, welcher 10 Gramm destil-

lirten Wassers faßt, auch nur 10 Gramm Essig aufnehme, welches nicht völlig richtig ist, da der Essig gewöhnlich ein etwas größeres spezifisches Gewicht, als das Wasser hat, und da er nach Verschiedenheit der Stoffe, aus denen er bereitet wurde, mehr oder weniger fremdartige Theile beigemischt enthält, die sein spezifisches Gewicht ändern. Die Unrichtigkeit, die dadurch entsteht, ist jedoch für den Techniker unbedeutend, und verschwindet beinahe, wenn der Essig aus Branntwein und Wasser bereitet wurde. Auf jeden Fall scheint diese Methode allen früher bekannten vorzuziehen.

Damit sich der Techniker auf eine leichte Weise die Probeflüssigkeit von dem angegebenen Ammoniakgehalte verschaffen könne, hat H. Otto nach eigenen Versuchen die Mengen Wasser bestimmt, mit denen flüssiges Ammoniak von irgend einem spezifischen Gewichte versetzt werden muß, um die Probeflüssigkeit von 1,369 Prozent Ammoniakgehalt darzustellen, wie die nachfolgende Tabelle zeigt.

Ätzammoniakflüssigkeit		Um 1000 Theile der Probeflüssigkeit von 1,369 Prozent Ammoniakgehalt darzustellen, sind erforderlich	
welche in 100 Theilen an Ammoniak enthält	zeigt ein spez. Gewicht von	an Ätzammoniakflüssigkeit	an destillirtem Wasser
12,000	0,9517	114,08	886,02
11,875	0,9521	115,3	884,7
11,750	0,9526	116,5	883,5
11,625	0,9531	117,8	882,2
11,500	0,9536	119,0	881,0
11,375	0,9549	120,0	880,0
11,250	0,9545	121,7	878,3
11,125	0,9550	123,0	877,0
11,000	0,9555	124,5	875,5
10,954	0,9556	125,0	875,0
10,875	0,9559	126,0	874,0

Ätzammoniakflüssigkeit		Um 1000 Theile der Probeflüssigkeit von 1,369 Prozent Ammoniakgehalt darzustellen, sind erforderlich	
welche in 100 Theilen an Ammoniak enthält	zeigt ein spez. Gewicht von	an Ätzammoniakflüssigkeit	an destillirtem Wasser
10,750	0,9564	127,3	872,7
10,625	0,9569	129,0	871,0
10,500	0,9574	130,4	869,6
10,375	0,9578	132,0	868,0
10,250	0,9583	133,5	866,5
10,125	0,9588	135,0	865,0
10,000	0,9593	137,0	863,0
9,875	0,9597	138,0	861,4
9,750	0,9602	140,4	859,6
9,625	0,9607	142,2	857,8
9,500	0,9612	144,0	856,0
9,375	0,9616	146,0	854,0
9,250	0,9621	148,0	852,0
9,125	0,9626	150,0	850,0
9,000	0,9631	152,0	848,0
8,875	0,9636	154,0	846,0
8,750	0,9641	156,4	843,6
8,625	0,9645	158,7	841,3
8,500	0,9650	161,0	839,0
8,375	0,9654	163,5	836,5
8,250	0,9659	166,0	834,0
8,125	0,9664	168,5	831,5
8,000	0,9669	171,0	829,0
7,875	0,9673	173,8	826,2
7,750	0,9678	176,6	823,4
7,625	0,9683	179,5	820,5
7,500	0,9688	182,5	817,5
7,375	0,9692	185,6	814,4

Ätzammoniakflüssigkeit		Um 1000 Theile der Probeflüssigkeit von 1,369 Prozent Ammoniakgehalt darzustellen, sind erforderlich	
welche in 100 Theilen an Ammoniak enthält	zeigt ein spez. Gewicht von	an Ätzammoniakflüssigkeit	an destillirtem Wasser
7,250	0,9697	188,8	811,2
7,125	0,9702	192,0	808,0
7,000	0 9707	195,6	804,4
6,875	0,9711	199,0	801,0
6,750	0,9716	202,8	797,2
6,625	0,9721	206,6	793,4
6,500	0,9726	210,6	789,4
6,375	0,9730	214,7	785,3
6,250	0,9735	219,0	781,0
6,125	0,9740	223,5	776,5
6,000	0,9745	228,0	772,0
5,875	0,9749	233,0	767,0
5,750	0,9754	238,0	762,0
5,625	0,9759	243,4	756,6
5,500	0,9764	249,0	751,0
5,375	0,9768	254,7	745,3
5,250	0,9773	260,8	739,2
5,125	0,9778	267,0	733,0
5,000	0,9783	273,8	726,2

Der Gebrauch dieser Tabelle ist folgender. Man untersucht das spezifische Gewicht einer Ammoniakflüssigkeit, die man bei der Hand hat, bei 13° R., und findet es z. B. 0,9650. Man sucht diese Zahl in der zweiten Kolumne, und findet in der ersten Kolumne ihr gegenüber den Gehalt an absolutem Ammoniak gleich 8,5 Prozent angegeben. Die dritte Kolumne gibt nun an, daß man zu 1000 Theilen, z. B. Gran, der Probeflüssigkeit von dem oben angegebenen Gehalt 161 Gran dieser Ammoniakflüssigkeit, und die vierte Spalte, daß man 839 Gran Wasser dazu nehmen

müsse. Diese Probeflüssigkeit wird dann in gut verstopften Flaschen aufbewahrt, und zu jedem Versuche beliebig verwendet.

Für sehr schwache Essige kann man das Instrument dadurch empfindlicher machen, daß man die Probeflüssigkeit nochmahl mit gleichen Theilen Wassers verdünnt. Dann entsprechen zwei Grade des Azetometers einem Procent Essigsäuregehalt. Für sehr starke Essige aber könnte man dieselben vorher mit gleichen Theilen Wasser verdünnen, und wie gewöhnlich verfahren. Die Grade des Azetometers müssen dann nur mit 2 multiplizirt werden, damit sie den wahren Säuregehalt angeben.

Dr. Franz.

Essigsäure.

Die Essigsäure, welche die Grundlage des gemeinen Essigs ist, auch Radikalessig genannt wird, ist farblos, im flüssigen Zustande wasserhell, hat einen beißenden, scharf sauren Geschmack und einen stechenden, sauren, angenehmen Geruch. Auch im konzentrirtesten Zustande, in welchem sie bei einer Temperatur von 3° bis 4° R. zu einer aus breiten Blättern bestehenden krystallisirten Masse erstarrt, daher auch Eisessig genannt wird, enthält sie noch Wasser (Essigsäurehydrat), nämlich 1 Atom oder 14.88 Theile in 100 Theilen (s. Äquivalente, Bd. I., S. 148). In diesem Zustande ist ihr spezifisches Gewicht = 1.063; nimmt sie mehr Wasser auf, so erfolgt eine Verdichtung der Flüssigkeit, also Vermehrung des spezifischen Gewichts bis zu 1.079, wo sie dann 3 Atome Wasser oder 34.41 Th. in 100 Th. enthält. Bei einem größern Wasserzusatze vermindert sich das spezifische Gewicht wieder, da dieses Wasser hier nur zur Verdünnung der Säure wirkt, wie nachstehende, von Mollerat nach Versuchen angegebene, Tabelle zeigt, bei welcher das Essigsäurehydrat mit 0.148 Wasser als wasserfrei betrachtet ist:

Wassergehalt in 100 Theilen.	Spez. Gewicht.	Wassergehalt in 100 Theilen.	Spez. Gewicht.
0.00	1.0630	33.33	1.0742
8.33	1.0742	37.60	1.0728
17.00	1.0770	47.00	1.0658
23.00	1.0791	50.00	1.0637
28.10	1.0763	51.80	1.0630

Die Essigsäure läßt sich leicht entzünden, wenn sie in offenen Gefäßen bis zum Sieden erhitzt wird, und brennt mit blauer Flamme, beinahe wie Alkohol; das Verbrennungsprodukt ist Wasser und Kohlensäure. Die konzentrirte Säure muß in wohl verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden, weil sie sonst Wasser aus der Luft anzieht und verdünnt wird. Sie ist etwas weniger flüchtig, als Wasser, verdampft jedoch im verdünnten Zustande zugleich mit dem Wasser. Die konzentrirte Essigsäure wirkt sehr reizend auf die Haut, und dient deßhalb auch als rothmachendes Mittel. Sie ist ein Auflösungsmittel für verschiedene organische Stoffe, als Kampfer, Pflanzenleim, Gummiharze, Harze, Eiweiß u. s. w. Durch eine glühende eiserne Röhre geleitet, wird sie in 3 Raumtheile Kohlenwasserstoffgas und 1 Raumth. kohlensaures Gas zersetzt, und besteht aus 5.82 Wasserstoff, 47.54 Kohlenstoff und 46.64 Sauerstoff; auch an Alkalien gebunden, wird sie durch Glühen in jene Bestandtheile, nach der Natur dieser Salze mehr oder weniger vollkommen, zerlegt.

Die Essigsäure wird hauptsächlich durch die Zersetzung des Alkohols gebildet (s. Art. Essig); außerdem kommt sie in der Natur häufig in den Säften vieler Vegetabilien in Verbindung mit einem Alkali vor; bei einigen auch im freien Zustande, wie in den Beeren des schwarzen Hollunders. Bei der Verkohlung oder der trockenen Destillation des Holzes entsteht sie in großer Menge als H o l z e s s i g. Auch wird sie bei der Einwirkung von Mineralsäuren und der feuerbeständigen Alkalien auf organische Stoffe gebildet; findet sich auch auf sumpfigen Stellen in der Dammerde, durch die Verwesung der letztern.

Die Darstellungsarten der Essigsäure sind verschieden, je nachdem man sie mehr oder weniger konzentrirt verlangt. Im verdünnten Zustande wird sie durch die Destillation des gemeinen Essigs erhalten (d e s t i l l i r t e r E s s i g). Diese Säure ist sehr verdünnt, gewöhnlich ärmer an Essigsäure, als vorher der Essig war, und hat gewöhnlich nur ein spezifisches Gewicht = 1.005. Zu jedem Maß Essig, den man in die Destillirgeräthschaft bringt, schüttet man 4 Loth ausgeglühte gepulverte Holzkohlen, füllt das Gefäß nur bis auf $^3/_4$ seines Inhalts mit Essig an, und zieht bei mäßigem Feuer nur $^2/_4$ des Ganzen ab. Das zuerst Übergehende

ist gewöhnlich ein schwacher, mit Essigsäure verbundener Weingeist; die darauf folgende Säure ist schwach und sehr wässerig; mit der fortschreitenden Destillation wird sie immer stärker, nimmt aber gegen das Ende einen brandigen Geruch an, daher bei der Erscheinung desselben die Arbeit beendigt wird. Der in der Retorte bleibende Rückstand enthält noch viel Essigsäure, weil diese mit der Entfernung des Wassers weniger flüchtig wird. Man sammelt also diese Rückstände, versetzt 20 Maß derselben mit 8 Maß Wasser und 4 Maß Kohlenstaub, und zieht neuerdings 22 bis 24 Maß Säure ab.

Diese verdünnte Säure läßt sich dadurch etwas konzentriren, daß man sie bei gelinder Erhitzung etwas abdampft, wobei sie anfangs beinahe bloß Wasser verliert. Wirksamer erfolgt die Konzentrirung durch das Gefrieren, indem man sie im Winter einer Kälte von — 4 bis 5° R. aussetzt: das überflüssige Wasser gefriert, und das flüssig gebliebene ist nun eine viel weniger wässerige Essigsäure, obgleich das entstandene Eis selbst noch etwas Essigsäure enthält.

Wirksamer wird die Konzentrirung durch Frost, wenn der Essig schon ziemlich stark ist: bei dem schwachen destillirten Essig gefriert bei stärkerem Froste die ganze Masse. Man kann daher die Konzentrirung höher bringen, wenn man in dem destillirten Essig eine bedeutende Menge vorher ausgeglühten, salzsauren Kalk auflöst, ihn dann davon abdestillirt, nun diesen verstärkten Essig der Frostkälte aussetzt, und die Eiskrystalle von dem flüssig gebliebenen absondert. Die Destillation des Essigs nimmt man im Kleinen in gläsernen Retorten, im Großen mit Anwendung eines Helmes und von Kühlröhren aus Steingut oder Silber vor, um die bei kupfernen Apparaten unvermeidliche Auflösung von etwas Kupfer zu vermeiden. Bei Anwendung von Zinn oder verzinntem Kupfer erhält die Säure leicht eine milchige opalisirende Färbung und unangenehmen Geruch. — Auf welche Art eine verdünnte reine Essigsäure mittelst des Platinsuboxyds durch eine langsame Oxydation des Alkohols erzeugt werden kann, ist in dem Art. »Essig« angegeben worden.

Soll die Essigsäure im möglichst konzentrirten Zustande dargestellt werden, so wird sie aus den essigsauren Salzen entweder

für sich, oder durch ein schwefelsaures Salz, oder durch konzentrirte Schwefelsäure ausgeschieden. Im Allgemeinen ist dabei zu bemerken, daß, wenn bei der Ausscheidung aus einer Verbindung die zum Bestehen der Essigsäure nothwendigen 14.8 Prozent Wasser nicht vorhanden sind, ein Theil der Essigsäure zerlegt, und auf ihre Kosten das zum Bestehen des andern Theiles nöthige Wasser gebildet werde. Dieß ist der Fall, wenn ein essigsaures Salz, das bei erhöhter Temperatur größtentheils seine Säure fahren läßt, z. B. essigsaures Kupferoxyd oder krystallirsirter Grünspan, für sich destillirt wird, oder wenn die Zerlegung eines essigsauren Salzes durch trockene schwefelsaure Salze, als saures schwefelsaures Natron, schwefelsaures Kupferoxyd oder schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol) bewirkt wird. Es entsteht bei dieser Zersetzung zugleich der sogenannte brenzliche Essiggeist, oder brenzliche Essigäther, eine alkoholartige Flüssigkeit von 0.786 spez. Gewicht, nebst dem Wasser aus den entfernten Bestandtheilen der Essigsäure, Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff gebildet. Bei der Zerlegung durch die schwefelsauren Salze geht gewöhnlich auch viel schwefelige Säure mit der Essigsäure über, was auch bei der konzentrirten Schwefelsäure der Fall ist, wenn letztere im Übermaße zugesetzt wird.

Die völlig konzentrirte Essigsäure oder der Eisessig hat hauptsächlich als Riechmittel (Riechessig) bei ansteckenden Seuchen, oder zur Wiederbelebung Ohnmächtiger eine Anwendung. Für diesen Gebrauch zieht man es vor, daß sie mit dem brenzlichen Essiggeiste verunreinigt ist, der im Geruche ihre Schärfe mildert, und ihn mehr annehmlich macht. Zur Bereitung dieser Säure wendet man daher noch die Destillation des Grünspans an. Wenn man essigsaures Kali oder Natron in einem Fläschchen mit eingeriebenem Glasstöpsel mit der Hälfte seines Gewichts konzentrirter Schwefelsäure übergießt, so erhält man das sogenannte Riechsalz (Sel de vinaigre), das gewöhnlich auch bloß aus Duplikatsalz besteht, das mit konzentrirter Essigsäure imprägnirt worden ist.

Um die Essigsäure aus dem Grünspan zu bereiten, nimmt man eine thönerne Retorte, die man auf gewöhnliche Art mit einem Beschlage versieht, füllt dieselbe mit krystallisirtem Grün-

span, den man vorher zerstoßen und wohl ausgetrocknet hat, legt dieselbe in einen mit einer Kuppel versehenen Windofen, versieht sie mit einem Vorstoße, und legt 2 bis 3 Aludeln oder Ballone mit zwei Öffnungen, und einen letzten Ballon mit einer Seitenöffnung vor, von welcher der kürzere Schenkel einer Welterschen Sicherheitsröhre ausgeht (s. Art. Destillation), deren längerer in eine mit destillirtem Essig gefüllte Flasche eintaucht. Das Ganze wird mit fettem Kitte lutirt, die Ballone in Gefäße mit kaltem Wasser gelegt, und die Destillation zuerst mit ganz gelindem Feuer begonnen, das man nach und nach verstärkt, bis die Tropfen aus dem Vorstoße schnell auf einander folgen. Das Kühlwasser wird von Zeit zu Zeit gewechselt, auch der obere Theil der Ballone durch aufgelegte nasse Leinwand so viel möglich kühl erhalten. Während dem entbindet sich Gas (kohlensaures und Kohlenwasserstoffgas), und wenn bei fortgesetztem Feuer diese Gasentwicklung aufhört, läßt man den Apparat erkalten. Bei dieser Operation ist das erste Destillat ungefärbt, und besteht größtentheils aus dem Krystallenwasser des Salzes mit wenig Essigsäure, das sich in dem ersten Ballone ansammelt. In der Retorte bleibt ein Gemenge von Kohle, Kupferoxydul und metallischem Kupfer, das pyrophorisch ist. Die auf diese Art erhaltene Essigsäure enthält gewöhnlich etwas essigsaures Kupfer, und hat daher eine grünliche Farbe. Um sie davon zu reinigen, muß man sie noch einmahl der Destillation unterwerfen. Die Essigsäure, die man auf diese Weise erhält, beträgt etwa die Hälfte des Gewichts des Kupfersalzes.

Auf ähnliche Art erhält man die konzentrirte Essigsäure durch Zersetzung des essigsauren Kali oder Natron mit saurem schwefelsauren Kali (welches Salz man erhält, wenn man zwölf Theile schwefelsaures Kali (Duplikatsalz) mit achtzehn Theilen Wasser versetzt, nach und nach vier Theile starker Schwefelsäure dazu gießt, und die Mischung bis zur Trockne abdampft). Man nimmt auf drei Theile essigsaures Kali oder Natron, das man über gelindem Feuer ausgetrocknet und gepulvert hat, acht Theile von dem sauren Duplikatsalze, und destillirt das Gemenge bei nach und nach verstärktem Feuer. Man erhält daraus etwa zwei Theile krystallisirter Essigsäure. Durch die Zersetzung des Blei-

zuckers mittelst rothgebrannten Eisenvitriols, indem der Bleizucker mit dem Sechsfachen seines Gewichtes rothgebrannten Eisenvitriols zusammengerieben, und das Gemenge, wie beim Grünspan, der Destillation unterworfen wird, wird die Säure auf dieselbe Art erhalten.

Die auf die letzteren Arten dargestellte Säure enthält viel schwefelige Säure, die auf die nachher angegebene Weise weggeschafft wird.

Gewöhnlich stellt man die Essigsäure durch die Zersetzung des Bleizuckers (essigsauren Bleioxyds) mit Schwefelsäure dar. Der verwitterte Bleizucker wird gepulvert, in eine tubulirte Glasretorte, die vorher mit der Vorlage mittelst nasser Blase verbunden worden, gebracht, mit ungefähr 0.3 seines Gewichtes konzentrirter Schwefelsäure von 1.85 spezifischen Gewichts übergossen, das Bleisalz mit der Säure mit einem Glasstabe gut zusammengerührt, und hierauf bei gelinder Wärme im Sandbade destillirt, damit die Masse am Boden nicht brenzlich werde. Den aus dem Sande hervorragenden Theil der Retortekugel bedeckt man mit einem Hute von Pappe, um deren Abkühlung durch die Luft zu vermeiden. Bei diesem Vorgange verbindet sich das gebundene Wasser der Schwefelsäure mit der Essigsäure, so daß letztere unzersetzt entbunden wird. Die Säure ist jedoch auch hier, aller Vorsicht ungeachtet, mit etwas schwefeliger Säure verunreinigt. Diese wird weggeschafft, indem das Destillat mit schwarzem Manganoxyd (das die schwefelige Säure in Schwefelsäure verwandelt) geschüttelt, und dann nochmahls über etwas essigsaurem Natron destillirt wird. Dasselbe kann auch durch Zusatz von etwas braunem Bleioxyd geschehen, das auf dieselbe Art wirkt, und sich mit der gebildeten Schwefelsäure zu dem unauflöslichen Bleisalze verbindet, wornach die Säure wie vorher noch einmahl destillirt wird. Soll bei diesem Prozesse die Säure möglichst konzentrirt werden, so muß der Bleizucker vorher vollkommen verwittert, und der Destillirapparat sowohl als die Lutirung vor dem Einfüllen der Mengung völlig trocken seyn.

Bei der Darstellung dieser konzentrirten reinen Säure wird nicht nur immer schwefeligt Säure gebildet, da die Essigsäure die Schwefelsäure um so leichter zersetzt, je konzentrirter beide auf

einander wirken, sondern es ist auch besondere Vorsicht nöthig, daß die Masse in der Retorte nicht brenzlich, und der Säure ein brenzlicher Geruch mitgetheilt werde, der dann durch Rektifikation über Kohlenpulver entfernt werden müßte. Da nun von einer völlig konzentrirten Essigsäure nur wenig Gebrauch gemacht wird, und zu allen chemischen und technischen Verwendungen eine mehr gewässerte Essigsäure hinreicht, so ist es vortheilhafter, die Zerlegung der essigsauren Salze durch Schwefelsäure mit einem größeren Wasserzusatze zu bewirken. Eine solche mäßig konzentrirte Säure erhält man, indem man essigsaures Kali (200 Th.) oder essigsaures Natron (168 Th.) mit konzentrirter Schwefelsäure (100 Th.), die man vorher mit dem doppelten ihres Gewichtes (200 Th.) Wasser verdünnt hat, auf die angegebene Weise zerlegt; oder indem man 64 Unzen Bleizucker mit 18¾ Unzen konzentrirte Schwefelsäure, die vorher mit 30 Unzen Wasser verdünnt worden, destillirt, und das Destillat, zur Entfernung der Schwefelsäure und schwefeligen Säure, noch über 2 Unzen gepulverten Braunstein und 1 Unze Bleizucker rektifizirt.

Diese wiederhohlte Destillation kann man ersparen, indem man den Braunstein gleich anfangs zusetzt, nach folgender Vorschrift von Bucholz. Man mengt 192 Th. Bleizucker genau mit 24 Th. Glaubersalz und 6 Th. Braunstein, füllt das Gemenge in eine Retorte zu ⅔ ihres Inhalts, gießt eine Mischung aus 56¼ Th. engl. Schwefelsäure von 1.84 spez. Gewicht und 72 Th. Wasser darauf, und spült den Retortenhals durch etwas nachgegossenes Wasser rein aus. Nachdem eine geräumige Vorlage angekittet, und das Ganze eine Nacht hindurch sich selbst überlassen worden ist, destillirt man bei anfangs mäßiger, dann allmählich verstärkter Hitze. Man erhält auf diese Art 178 Th. einer verdünnten Essigsäure von 1.045 spez. Gewicht, die keiner weitern Rektifikation bedarf, da sie von Blei, schwefeliger Säure und Schwefelsäure ganz frei ist. Das Glaubersalz dient bei dieser Destillation sowohl zur Bindung der etwa noch freien Schwefelsäure bei der höheren Temperatur, als auch zur Auflockerung des Rückstandes.

Da in dem empyreumatischen Holzessig (Holzsäure), welcher in großer Menge bei der Verkohlung des Holzes im Ver-

schlossenen, oder auch bei der Verkohlung in Meilern abfällt (s. Art. Holz), eine bedeutende Menge Essigsäure enthalten ist, so wird dieses Produkt im Großen zur Darstellung einer gereinigten Essigsäure oder eines essigsauren Salzes verwendet. Das aus verschiedenen näheren Bestandtheilen zusammengesetzte, eigenthümliche, stark riechende Öhl, mit welchem diese Holzsäure verbunden ist, macht jedoch die Abscheidung einer vom Geruche desselben freien Essigsäure nur dadurch möglich, daß man diese brenzliche Säure mit einem Alkali sättigt, die bis zur Trockne abgedampfte Auflösung kalzinirt, um das noch beigemischte Öhl zu zerstören, das Salz nach neuer Auflösung nun krystallisirt, und es dann auf die schon beschriebene Weise zur Ausscheidung der Essigsäure durch Schwefelsäure zersetzt. Am kürzesten und wohlfeilsten wäre es, die Holzsäure durch Kalk zu neutralisiren, und aus dem kalzinirten essigsauren Kalke den Essig durch Schwefelsäure auszuscheiden. Allein die auf diese Art erhaltene Säure ist von geringerer Qualität, und man hat daher die Neutralisirung durch kohlensaures Natron oder Soda vorgezogen.

Man kann dabei zweierlei Wege einschlagen: entweder durch unmittelbare Neutralisirung des Holzessigs mit Soda, oder indem man in demselben Glaubersalz auflöst, dann Kreide oder Kalk zusetzt, wo dann Gyps sich niedersetzt, und das essigsaure Natron aufgelöst bleibt. Bevor man die Holzsäure auf eine oder die andere Art behandelt, läßt man sie vorher in großen, hinreichend tiefen Gefäßen längere Zeit stehen, und nimmt dann das theerartige Öhl, das sich oben auf gesetzt hat, ab. Nach der Sättigung mit Soda oder mit Glaubersalz scheidet sich nach längerer Ruhe wieder ein Theil des brenzlichen Öhles aus, das gleichfalls weggenommen wird. Bei der Anwendung des Glaubersalzes muß man vorher durch eine Probe die Quantität des reinen kohlensauren Natrons bestimmen, welche ein bestimmtes Maß der Holzsäure neutralisirt, und dann für das Ganze das Äquivalent an Glaubersalz, d. i. diejenige Menge Glaubersalz, welche dieselbe Quantität von reinem Natron enthält (s. Äquivalente), zusetzen.

Hat man auf eine oder die andere Weise eine Auflösung des essigsauren Natrons erhalten, so wird diese, nachdem sie von

dem Bodensatze abgezogen, bis auf 27° oder 28° B. abgedampft, und dann in große Krystallisirgefäße gegossen, aus denen man nach 3 oder 4 Tagen die Mutterlauge abzieht. Diese dampft man neuerdings zur wiederhohlten Krystallisation ab, den unkrystallisirbaren Rückstand endlich verbrennt man in einem Kalzinirofen, um ihn in kohlensaures Natron zu verwandeln. Durch diese erste Krystallisation erhält man das essigsaure Natron in scharfkantigen rhomboidalen Prismen, die noch stark gefärbt sind.

Dieses unreine Salz wird nun zur Entfernung der noch anhängenden öhligen und theerartigen Theile kalzinirt, wozu eine genaue Aufsicht und einige Übung gehört, um durch die zu starke Röstung nicht einen Theil des Salzes zu zersetzen. Man nimmt diese Röstung in flachen gußeisernen Kesseln vor, bei mäßiger und gleich vertheilter Feuerung, unter unausgesetztem Umrühren während der ganzen Hitze, die ungefähr 24 Stunden für 7 bis 8 Zentner Salz dauert. Das Feuer darf niemahls so weit gehen, daß sich Rauch zu entbinden anfängt; wenn die Masse gut geflossen ist, sich nicht mehr aufbläht, sondern ruhig fließt, so ist die Operation beendigt. Man wirft hierauf die Salzmasse, nachdem sie erkaltet, oder auch noch heiß, in Kufen mit Wasser, um sie neuerdings aufzulösen, so daß die Auflösung höchstens 15° B. erhält, damit die ausgeschiedenen kohligen Theile sich in derselben niederschlagen, was bei einer konzentrirten Auflösung zu langsam oder unvollständig erfolgen würde. Die dekantirte Auflösung wird dann neuerdings abgedampft, und zum Krystallisiren gebracht, wodurch man ein vollkommen weißes essigsaures Natron erhält, das als solches in den Handel gebracht, oder aus welchem die Essigsäure durch Schwefelsäure ausgeschieden wird.

Zu verschiedenen Anwendungen in der Färberei ist der Holzessig, oder das aus demselben bereitete essigsaure Salz, besonders essigsaures Bleioxyd (Bd. II., S. 364), oder essigsaures Eisenoxyd (Bd. V., S. 37) auch in dem noch mit dem brenzlichen Öhle verunreinigten Zustande anwendbar. In diesem Falle braucht man die Reinigung des Holzessigs nur so weit zu treiben, daß die sich nach längerer Ruhe von selbst ausscheidenden Öhl- und Theertheile weggenommen werden.

Der Herausgeber.

Extraktionspresse.

Die Extraktionspresse, auch von ihrem Erfinder (dem Grafen Réal) die Real'sche Presse genannt, ist eine Vorrichtung, um aus einer pulverförmigen oder zerkleinerten Substanz, welche mit einem partiellen Auflösungsmittel vermengt worden ist (Art. Auflösung, S. 366), das Extrakt mittelst des hydrostatischen Druckes abzusondern. Die Fig. 1, Taf. 95, zeigt diese Vorrichtung im Durchschnitte, in der Art, daß die zusammengeschraubten Theile derselben aus einander genommen sind. C ist ein Zylinder aus Metall, gewöhnlich aus Zinn; die untere Öffnung desselben ist mit dem Stücke D verschraubt, das mit einem nach Art eines Seihers durchlöcherten Boden versehen ist, der in den Untersatz oder den Behälter E eingeschraubt ist, aus welchem durch den Hahn F die Flüssigkeit abgelassen werden kann. Die obere Öffnung des Zylinders ist mit dem gleichfalls mit einem Seiher versehenen Hute B verschraubt, in dessen Hals die Aufsatzröhre A eingeschraubt ist, deren Verlängerung mit einem oberhalb angebrachten Wasserbehälter in Verbindung steht, und welche in der Gegend von A mit einem Hahne versehen ist, um den Zufluß des Wassers oder dessen Druck nach unten abzuschließen. An den mit G bezeichneten Stellen sind Lederscheiben eingelegt, um einen wasserdichten Verschluß zu bewirken.

Um von diesem Apparate Gebrauch zu machen, befeuchtet man die Substanz, welche extrahirt werden soll, nachdem diese vorher gepulvert, oder auf eine ihrer Natur angemessene Weise zerkleinert worden ist, mit dem Auflösungsmittel, welches die Extrahirung bewirken soll, mengt sie damit gut unter einander, läßt sie einige Zeit stehen, um die partielle Auflösung hinreichend vollständig zu machen, oder wendet auch zu diesem Behufe, wenn dieses nöthig oder nützlich seyn sollte, Wärme an, und bringt endlich diese Mischung in den Zylinder des Apparats, den man damit anfüllt, indem man sie fest zusammendrückt. Man schraubt sodann den Hut B auf den Zylinder, mit dem Aufsatzrohre A, und stellt die Kommunikation durch Öffnung des Hahnes bei A mit dem oberen Behälter her. Das Wasser wirkt dann auf die in dem Zylinder enthaltene Mengung, und treibt die mit dem

Auflöslichen derselben beladene Flüssigkeit vor sich her, indem es ihren Platz einnimmt, so lange, bis das Wasser die untersten Schichten erreicht, während jene Flüssigkeit durch den Seiher in den unteren Behälter E abfließt. Es hat dabei keine Vermischung dieser Flüssigkeit mit dem aufgegossenen Wasser Statt gefunden, sondern wenn das Extrakt abgeflossen ist, erscheint sogleich das Wasser wenig oder nicht gefärbt, indem die mögliche Vermischung nur an den Berührungsflächen Statt finden könnte, folglich nur unbedeutend ist. Auch wenn daher das partielle Auflösungsmittel Alkohol oder eine Säure oder Wasser ist, so kann die drückende Flüssigkeit gleichmäßig Wasser seyn.

Statt einer drückenden Wassersäule kann auch eine Pumpe angewendet werden, durch welche das Wasser in den Zylinder niedergedrückt wird. Die Fig. 2 stellt im Durchschnitte die Einrichtung eines solchen Apparates vor. Der untere Theil von A bis E ist die in der Fig. 1 im größeren Maßstabe dargestellte Real'sche Presse, wo dieselben Stellen mit denselben Buchstaben bezeichnet sind. Auf der Röhre A ist der Pumpenstiefel O befestigt, in welchem der Kolben P mittelst des Hebels IH sich auf und niederbewegen läßt. Über dem Pumpenstiefel befindet sich der Behälter L, welcher für den Fall, als die Flüssigkeit, mit welcher derselbe und die Pumpe gefüllt wird, statt Wasser Alkohol ist, zur Verhinderung der Verdünstung mit einem aufgeschraubten Deckel M versehen wird, in welchem sich für die Kolbenstange die Stopfbüchse N befindet. Am Ende des Hebels IH wird ein Gewicht angehängt, welches den Druck bestimmt, mit welchem die Flüssigkeit auf die in dem Zylinder C enthaltene Masse wirken soll.

Statt des Druckes von oben kann die Einrichtung auch so getroffen werden, daß in dem Behälter E ein mehr oder weniger luftleerer Raum durch Exantliren oder durch Kondensirung von Wasserdämpfen hervorgebracht wird, und sonach der atmosphärische Druck auf die im obern Theile des Zylinders befindliche Flüssigkeit wirkt; da diese Abänderung jedoch der Wesenheit nach zu den Filtrirapparaten gehört, so wird davon noch in dem »Art. Filtriren« die Rede seyn.

Die wesentliche Wirkung dieses Extraktions-Apparates be

steht darin, daß in demselben die mit den ausziehbaren Theilen beladene Flüssigkeit von der ausgezogenen Substanz dadurch, daß eine andere homogene Flüssigkeit an deren Stelle und in die Zwischenräume der pulverigen Substanz tritt, ganz abgeschieden wird, was bei andern Methoden des Auspressens mittelst einer gewöhnlichen Presse nicht der Fall ist, da hier, der Druck mag gegen das Ende auch noch so stark seyn, dennoch die letzten Antheile durch die Adhäsion des Flüssigen an die pulverige Substanz so stark zurückgehalten werden, daß ein bedeutender Theil vom Extrakte, der gewöhnlich ein Viertheil des Ganzen beträgt, verloren wird. Man kann daher auch mit dieser Presse zur Erhaltung eines mehr konzentrirten Extrakts nur kleine Quantitäten anwenden, was bei der Größe des Verlustes mit der gewöhnlichen Presse nicht anginge; überdem ist die abgeschiedene Flüssigkeit zugleich klar, so daß sonach die Real'sche Presse vor der gewöhnlichen in dieser Beziehung drei Vortheile voraus hat: nämlich die Extrahirung bei vermehrtem Drucke, die vollständige Abscheidung des Extrakts, und die klare Filtrirung desselben.

Der Umstand, daß die drückende Flüssigkeit die mit den ausziehbaren Theilen der Substanz beladene aus der Stelle vor sich her schiebt, ohne sich mit ihr zu mischen, liegt in der haarröhrchenartigen Wirkung, welche jede pulverige Substanz auf Flüssigkeiten ausübt, die zu deren Theilen einige Anziehung haben. So wie nun in den Haarröhrchen verschiedene Flüssigkeiten, die man nach einander in denselben aufsteigen läßt, sich nicht mit einander vermischen, theils weil ihre Berührungsfläche äußerst klein ist, theils weil die Anziehung der Wände auf die Flüssigkeiten einen Theil der Anziehung dieser gegen einander aufhebt; eben so ist dieses auch bei den gepulverten Substanzen der Fall, deren kleine, von den nahe an einander liegenden festen Theilen gebildete, Zwischenräume als eben so viele Haarröhrchen anzusehen sind.

Es folgt jedoch aus dieser Theorie, daß eben zu diesem Erfolge, folglich zu der nächsten und wesentlichen Wirkung der Real'schen Presse, eine höhere Drucksäule der deplacirenden Flüssigkeit keineswegs nothwendig sey, sondern daß, wie dieses von Boullay zuerst nachgewiesen worden ist, derselbe Erfolg

erhalten werde, wenn einfach diejenige Quantität Flüssigkeit aufgegossen wird, welche hinreicht, um die das Pulver benetzende Flüssigkeit aus ihrer Stelle zu vertreiben, oder dasjenige Volum Wasser, welches dem Volum der zu vertreibenden Flüssigkeit gleich ist.

Hierzu dient ein Trichter oder ein konisches Gefäß, an seinem unteren zugespitzten Theile mit einem kurzen zylindrischen Halse versehen, den man mit einem leicht passenden Stöpsel verschließen kann. In dieses Gefäß füllt man das zu extrahirende Pulver ein, während die untere Öffnung leicht verstopft ist, häuft es, nach den Umständen, mehr oder weniger auf, sättigt es mit Wasser (d. h. man befeuchtet es mit so viel Wasser, daß alle Theile gehörig benetzt sind, ohne daß überflüssiges Wasser von selbst von unten abtröpfelt, so daß das beigefügte Wasser durch die bloße Adhäsion der pulverigen Theile zurückgehalten wird), indem man das Pulver auf seiner ganzen Oberfläche mit Wasser bedeckt, welches dann in dem Maße, als es, nach unten fortschreitend, das Pulver befeuchtet, die in den Zwischenräumen enthaltene Luft nach unten austreibt; man läßt dann diese Berührung des Wassers mit dem Pulver längere oder kürzere Zeit dauern, bis sich nämlich die Flüssigkeit gehörig mit den auflöslichen Theilen gesättigt hat, und gießt dann das gleiche Volum Wasser auf ein Mahl, aber mit Vorsicht, auf, welches dann auf dieselbe Art, wie in dem Real'schen Apparate, die gesättigte Flüssigkeit vor sich her treibt, und an ihren Platz tritt, ohne sich mit ihr zu vermischen.

Nicht bloß das Wasser, sondern, wie schon oben bemerkt, alle Flüssigkeiten üben diesen Effekt auf einander mehr oder weniger aus, mit Rücksicht auf die Gesetze der Kapillarität und der Schwere. So treibt der Wein das Wasser, und umgekehrt das Wasser den Wein vor sich her. Eben so bei Wasser und Alkohol. Das Öhl wird ebenfalls fortgetrieben, aber nur unvollkommen. Luft treibt das Wasser zum Theile aus, wird aber selbst vollständig vom Wasser, und zwar von oben nach unten ausgetrieben. Überhaupt wenn die Flüssigkeiten, die auf diese Art auf einander wirken, ähnlicher Natur sind, und sie sich im freien Zustande leicht mit einander vermischen, sonach die Haarröhrchenwirkung

der pulverigen Substanz auf beide beiläufig gleich groß ist, so treten sie vollkommen eine an den Platz der andern, indem die erstere unvermischt mit der zweiten ausgetrieben wird, und wenn eine Vermischung Statt findet, so tritt sie nur in den Berührungspunkten ein, und ist so unbedeutend, daß sie nicht in Betracht kommt.

Sind dagegen die Flüssigkeiten in der Art verschieden, daß sie sich nicht mit einander mischen, sonach wegen der Verschiedenheit der Anziehung ihrer Theile auf einander auch eine Verschiedenheit in der Adhäsion derselben zu der pulverigen Substanz Statt findet, so wird die Wirkung unvollständig. So vertreibt, wie gesagt, das Wasser das Öhl nur unvollständig, wenn die Operation nicht wiederhohlt wird. Jene Antheile des Öhls, die sich mehr frei in den Zwischenräumen des Pulvers befinden, und nicht unmittelbar dem letzteren anhängen, werden aus der Stelle getrieben; aber an dem an dem Pulver adhärirenden Antheile gleitet das Wasser vorüber, und nimmt höchstens nur einen Theil davon mit. Ganz dasselbe ist der Fall, wenn das Wasser von der Luft aus der Stelle getrieben wird, indem man in dem untern Theile des Apparates einen luftleeren Raum hervorbringt. Hierin liegt der Grund, warum diese Abänderung der Real'schen Presse (s. oben S. 356) weniger vollständig in der Wirkung ist, und kaum mehr, als eine Beschleunigung in der Operation des Filtrirens hervorbringt.

Bei dieser Operation, die, wie man sieht, eine Zusammensetzung des Pressens und des Filtrirens ist, ist im Allgemeinen zu bemerken, daß das Pulver, welches man extrahirt, von der Art seyn müsse, daß es mit der Flüssigkeit keinen eigentlichen Teig macht, wie Mehl und Wasser. Der Ausfluß erfolgt um so langsamer, je feiner das Pulver ist, und je mehr man es in dem Trichter aufgehäuft hat. Die Quantität der Flüssigkeit, welche das Pulver zurückhält, ist um so geringer, folglich die Konzentrirung des Extrakts um so größer, je mehr das Pulver vor seiner Imprägnirung zusammengedrückt ist. Im Allgemeinen soll man nicht zu feines Pulver, und nur in einer mäßig dicken Schichte anwenden. Der Aufguß geschieht warm oder kalt, nach den Umständen: die erste Portion des Ausflusses ist die konzentrir-

teste, die nachfolgenden werden schnell schwächer. Nach dieser Methode lassen sich ohne Verlust konzentrirtere Auszüge bereiten, als auf irgend eine andere Weise.

Eine bekannte Anwendung dieses Verfahrens ist die gewöhnliche Kaffeemaschine, in welcher der Kaffeeauszug durch Aufguß von heißem Wasser bereitet wird. Soll hier nach den vorstehenden Regeln der Auszug vollständig erfolgen, so benetzt man das über dem Siebe leicht zusammengedrückte Kaffeepulver mit so viel heißem Wasser, daß es durchaus befeuchtet ist, ohne daß noch Flüssigkeit abtröpfelt, läßt die mit dem durchlöcherten Deckel bedeckte Mengung einige Stunden stehen, und gießt dann das heiße Wasser darüber, das dann zuerst den sehr konzentrirten Auszug vor sich her treibt, und dann nur noch mit wenig ausziehbaren Theilen beladen durchfließt.

Eine andere Anwendung findet beim Gebrauche des Dúmont'schen Filters (Filtre Dumont) zur Entfärbung der Syrupe mittelst der Beinkohle Statt. Um nämlich die salzige Materie, welche die grob zerstoßene Kohle dieses Filters an sich hat, zu entfernen, läßt man zuerst Wasser durchlaufen, bis letzteres ohne Geschmack abfließt. Dann wird Syrup aufgegossen, welcher das zurückgebliebene Wasser vor sich her treibt, das dann für sich abläuft, bis auf einmahl der Syrup erscheint. Nach der Operation, und um die Kohle zu wechseln, gießt man neuerdings Wasser auf, um den der Kohle noch anhängenden Syrup zu entfernen, der durch den unteren Hahn abläuft, bis nach seinem Abflusse das Wasser erscheint. Auf diese Art erreicht man den Zweck ohne Verlust an Syrup, und leichter als durch das Auswäschen in einer bedeutenden Menge Wasser.

Das Terriren des Zuckers, im Besondern die Deckung desselben mit einer konzentrirten Zuckerauflösung, beruht auf denselben Grundsätzen. Diese Zuckerauflösung treibt den zwischen den krystallisirten Zuckertheilen eingeschlossenen Syrup vor sich her, und füllt statt desselben die Zwischenräume aus, in denen er bei nachfolgender Verdünstung gleichfalls krystallisirt. Ganz nach demselben Prinzipe können auch zerfließliche Salze, welche mit einem im Wasser schwerer auflöslichen Salze gemengt sind, von dem letztern ausgeschieden werden, z. B. die salzsaure Bittererde

aus dem Kochsalze, indem man das unreine Salz in ein trichterförmiges Gefäß füllt, und eine gesättigte Auflösung von reinem Kochsalze oben auf gießt, welche dann das leicht auflösliche Salz vor sich her treibt, und sich an dessen Stelle setzt.

In den zahlreichen Fällen also, wo man nicht beabsichtigt, die Extraktion vorher durch Einwirkung des hydrostatischen Drukkes nach Art des Digestors wirksamer zu machen, ersetzt der einfache Trichter, auf die angegebene Weise behandelt, ganz die Wirkung des Real'schen Apparats. In dem letzteren wirkt nun zwar auch der hydrostatische Druck, und zwar auf doppelte Weise; 1) zur Beschleunigung der Filtrirung; 2) zur Beförderung der Extraktion nach Art des Digestors. Die erste Wirkung wird bei dem Trichter dadurch ersetzt, daß nur eine mäßig dicke Schichte des zu extrahirenden Pulvers angewendet wird; der zweite Effekt ist bei der gewöhnlichen Einrichtung des Real'schen Apparats nur unvollkommen vorhanden, da an dem unteren Ende des Zylinders ein freier Abfluß des Flüssigen Statt findet, der hydrostatische Druck daher nur auf die Theile des Pulvers am oberen Ende desselben wirkt, und mit der Tiefe nach unten immer abnimmt, bis er vor dem Ausflusse verschwindet.

Um daher, was in vielen, ja den meisten Fällen nützlich und bequem ist, mit der Real'schen Presse die Wirkung des Digestors zu verbinden, muß der untere Theil des Apparats so abgeändert werden, daß der Abfluß mittelst eines Hahnes gesperrt, und sonach die Mengung in dem Zylinder durch die darüber stehende Wassersäule, oder durch die Wirkung des Pumpenkolbens eine beliebige Zeit hindurch dem Drucke ausgesetzt erhalten werden kann. Dieses kann geschehen, indem statt des Untersatzes E in der Fig. 2, der in der Fig. 3 im Durchschnitte dargestellte angeschraubt wird, in welchem der Hahn a dazu dient, die Absperrung der Flüssigkeitssäule in dem Apparate zu bewirken. Ist die Extraktion hinreichend erfolgt, so wird dieser Hahn geöffnet, worauf die im Vorigen erklärte Wirkung der Flüssigkeit von oben nach unten eintritt. Der Zylinder C kann bei dieser Einrichtung auch mit einem weiteren, unten verschlossenen, oben offenen Blechzylinder umgeben werden, den man mit heißem Wasser angefüllt erhält, oder auch bei ganz geschlossener Umgebung mit Dampf

erhitzt, so lange die Extraktion unter dem vorhandenen Drucke dauert. Auf solche Art verbindet die Extraktionspresse die Wirkung des Digestors mit dem Filtriren durch Deplacirung. Mit dieser Einrichtung können viele Extrahirungen, z. B. von Gerbestoff aus verschiedenen Rinden, Farbe-Extrakten u. s. w. in einem konzentrirten Zustande vortheilhaft und bequem vorgenommen werden.

Übrigens kann man auch die beiden Wirkungen, die in der auf diese Art eingerichteten Extraktionspresse Statt finden, durch die Anwendung des Digestors in zwei Operationen erhalten. Die pulverige Substanz wird nämlich zuerst im Digestor mit dem nöthigen Zusatze der Flüssigkeit auf gewöhnliche Art behandelt (s. d. Art. Digestor), dann in den Trichter gefüllt, und auf die oben beschriebene Art Wasser aufgegossen, um das mit der Substanz verbundene Extrakt auszutreiben.

Das Extrahiren, zumahl von Farbhölzern, geschieht oft vortheilhaft mittelst der Dämpfe, wie schon Bd. II., S. 220 angegeben worden. In diesem Falle treiben die Dämpfe die extrahirende Flüssigkeit von oben nach unten. Die Fig. 4, Taf. 95, stellt eine Einrichtung dieser Art vor, in welcher zugleich die weitere Abdampfung des Extraktes durch Wasserdämpfe bewirkt ist. A ist eine zylindrische, mit Blei- oder Zinnblech ausgefütterte Kufe, die mit einem durchlöcherten Boden e e und einem gut schließenden Deckel d d versehen ist. Das Abdampfgefäß c befindet sich über einer andern hölzernen mit Blei ausgefütterten und dampfdicht verschlossenen Kufe. Das Gefäß A wird mit dem gespänelten oder geraspelten Farbholze angefüllt, der Deckel dampfdicht verschlossen, und der Dampf durch die Röhre a eingelassen, der dann von dem Raume b durch die Röhre c in den oberen Theil der Kufe A tritt, von wo er auf die Holzspäne wirkt, und im Niedersteigen sich kondensirt, so daß das Extrakt durch den durchlöcherten Boden auf die geneigte Ebene h h tröpfelt, und von hier durch die Röhre g ausfließt. Läuft das Wasser hier mehr ungefärbt ab, so ist die Extraktion vollendet. Am Boden der Kufe b befindet sich ein Hahn zum Ablassen des kondensirten Wassers.

Der Herausgeber

F a c k e l n.

Es gibt zwei Hauptarten von Fackeln, welche nach dem Materiale, woraus sie wesentlich bestehen, Wachsfackeln und Pechfackeln genannt werden.

1) Die Wachsfackeln (Kammerfackeln, Kirchenfackeln) sind aus vier mit einander verbundenen langen Wachskerzen gebildet, und enthalten also auch vier getrennte Dochte. Man legt zwei Kerzen dicht neben einander, und fährt, während man sie mit den Fingern zusammendrückt, mit einem erwärmten Eisen (einer Art Löthkolben) zwischen beiden der Länge nach hin, wodurch sie oberflächlich schmelzen und sich vereinigen. Zwei solche Paare werden dann auf dieselbe Weise wieder mit einander verbunden. Das untere Ende der Fackel rundet man aus freier Hand ab, taucht es auch wohl in grün oder roth gefärbtes Wachs. Zu den schlechteren Fackeln dieser Art nimmt man Wachs, welches mit Kolophonium und Terpenthin versetzt ist.

2) Die Pechfackeln, welche man auch Kutschenfackeln und Windfackeln (Windlichte) nennt, weil sie wegen des Rauches und unangenehmen Geruches, welchen sie verursachen, nur im Freien gebraucht werden, und vom Winde nicht verlöschen, unterscheiden sich in Dachtfackeln und Stockfackeln. Erstere enthalten einen dicken Docht, welcher in Form eines Strickes vom Seiler aus Werg gesponnen wird. Man taucht denselben in geschmolzenes schwarzes Pech, oder in eine Mischung von Kolophonium, Terpenthin und schlechtem Wachse, steckt ihn durch das runde Loch einer Eisenplatte (eines Zieheisens), hängt ihn frei auf, und fährt nun mit dem Zieheisen die ganze Länge des Dochtes herab, um letztern rund und glatt zu machen. Diese Operation wird noch mit zwei anderen Eisen, deren Löcher kleiner sind, wiederhohlt. Ist hierauf das Pech ganz hart geworden, so bestreicht man die Fackel mit in Leimwasser angerührter Kreide, und begießt sie endlich dünn mit weißem Wachse, dessen Vereinigung mit dem Peche durch den Kreide-Anstrich befördert wird. Oft werden vier in Pech getränkte dünnere Dochte vereinigt, und entweder bloß mit Kreide bestrichen, oder noch überdieß mit Wachs begossen.

Die Stockfackeln werden ganz auf die nämliche Weise verfertigt, wie die einfachen Dochtfackeln, mit dem einzigen Unterschiede, daß man statt des Dochtes einen harzigen Stock von Fichten- oder Föhrenholz, mit Werg umwickelt, anwendet.

K. Karmarsch.

Fächer.

Dieses Geräth der vergänglichen Mode, welches erst in den letzten Jahren wieder stärker in Gebrauch gekommen ist, besteht meisten Theils aus Papier oder Seidenzeug. Man schneidet von einem der genannten Stoffe zwei halbzirkelförmige Scheiben, welche man mit dünnem Mehlkleister auf einander klebt, und dann trocknen läßt. Zur weitern Bearbeitung bedient man sich eines glatten Bretes, auf welchem, wie Strahlen von Einem Mittelpunkte ausgehend, schmale und seichte Furchen eingeschnitten sind. Man befestigt das Papier durch einige eingeschlagene Drahtstifte oder auf andere einfache Weise auf diesem Brete, setzt einen Zirkel in dem Mittelpunkte der Strahlen ein, und beschreibt zwei konzentrische Halbkreise, für den äußern oder obern, und den innern oder untern Rand des Fächers. Der Zirkel enthält statt der zweiten Spitze eine scharfe Schneide, so, daß er nach den beiden Kreislinien folglich den Stoff durchschneidet, und letzterem die Gestalt eines breiten halben Ringes gibt. Mittelst eines Falzbeines, welches man an dem Lineale nach der Richtung der strahlenartigen Furchen hinführt, wird der Stoff in die letzteren ein wenig hineingedrückt, und so die Lage der künftigen Falten des Fächers angezeigt. Es versteht sich fast von selbst, daß man hierbei die Hälfte der Furchen (abwechselnd zu einer und einer) übergeht, dann das Papier losmacht, umkehrt, und die vorhin ausgelassenen Falten nun von der entgegengesetzten Seite auf gleiche Weise vorzeichnet. Gewöhnlich erhält der Fächer im Ganzen 30 bis 40, also auf jeder Fläche 15 bis 20, Falten. Man fährt hierauf mit einem schmalen und platten, an der Spitze abgerundeten Messingstifte, von dem innern (konkaven) Rande her, zwischen die zwei zusammengeklebten Papier- oder Zeug-Schichten, und trennt diese von einander an jenen Stellen, wo die dünnen Ruthen, welche dem Fächer Steifigkeit geben müssen, eingescho-

ben werden sollen. Die Ruthen sind ganz dünne Streifchen von Holz, $1^1/_2$ bis 2 Linien breit, und erstrecken sich bis auf etwa 1 Zoll weit vom äußern oder konvexen Rande des Fächers. Man steckt sie, mit Gummi befeuchtet, in die für sie gemachten Höhlungen, nachdem der Fächer zusammengefaltet ist. An jede Ruthe wird als Fortsetzung eines der Stäbchen geklebt, welche zusammen den Griff des Fächers ausmachen, aus Knochen, Elfenbein, Schildpat, Horn, Fischbein oder feinem Holze verfertigt, und nach dem Geschmacke des Verfertigers verschiedentlich gestaltet seyn können. Ihre Breite beträgt, so weit sie frei stehen, ungefähr zwischen zwei und fünf Linien; das Ende hingegen, welches in den Stoff des Fächers hinein reicht, wo es sechs Linien weit auf der Ruthe liegt, und an derselben mit arabischem Gummi fest geklebt wird, ist nicht breiter als die Ruthe selbst. Nur den beiden äußersten Stäben gibt man eine andere Gestalt; indem diese, um dem Ganzen die nöthige Stärke zu verleihen, nicht nur dicker und breiter gemacht, sondern auch bis an den großen Umkreis des Fächers verlängert werden. Die Ruthe fehlt in der ersten und letzten Falte, und dafür werden diese zwei Falten mit ihrer ganzen Breite auf die erwähnten starken Stäbe geklebt. Das untere Ende aller Stäbchen wird mit einem Loche durchbohrt, in welches ein metallener Stift gesteckt wird, den man auf beiden Seiten vernietet, so, daß er als Drehungsachse beim Öffnen und Schließen des Fächers dient. Bei sorgfältigerer Arbeit macht man diesen Stift hohl, versieht ihn an der einen Seite mit einem Kopfe, und schraubt von der andern Seite einen zweiten Kopf ein, wodurch das Nieten wegfällt. Zuweilen werden die Köpfe des Stiftes mit Edelsteinen verziert. Die Stäbchen, besonders die zwei äußeren, großen, welche dem Fächer als Decken dienen, wenn er geschlossen ist, sind öfters durch gravirte oder mit der Laubsäge ausgeschnittene Zeichnungen verziert. Das Einfassen der Fächer mit vergoldetem Papiere oder dgl., das Bemahlen und Sticken derselben, u. s. w. sind Arbeiten, deren bloße Erwähnung genügt.

Die so genannten Winterfächer, welche weniger zur Abkühlung als zur Zierde bestimmt sind, enthalten weder Papier noch seidenen oder andern Zeug; sie bestehen vielmehr aus lauter

gleich langen und gleich breiten (meist mittelst der Laubsäge oder mittelst Ausschlageisen zart durchbrochenen) Stäbchen von Knochen, Elfenbein oder feinem Holze, welche an einem Ende, wie gewöhnlich auf einen Stift gesteckt, am andern Ende (wo sie sich ausbreiten) durch schmales Seidenband vereinigt sind. Alle diese Stäbchen sind sehr dünn, bis auf das erste und letzte, welche zur Festigkeit und zum Schutze für die übrigen dicker sind.

K. Karmarsch.

Färbekunst.

Die Färbekunst oder Färberei hat zum Zwecke, die Wolle, Seide, Baumwolle und das Leinen, oder die aus denselben verfertigten Zeuge, mit beliebigen dauerhaften Farben zu versehen, oder die verschiedenen Pigmente auf eine dauerhafte Art auf denselben zu befestigen. Dieser Artikel behandelt die allgemeineren Grundsätze und Verfahrungsarten der Färbekunst, indem die Darstellung der einzelnen Farben und ihrer Nüanzen in speziellen Artikeln behandelt wird (s. d. Art. Blaufärben).

Die natürlichen Farbestoffe oder die Pigmente, deren Übertragung auf die Zeuge der Zweck der Färbekunst ist, sind größten Theils vegetabilischen Ursprungs, indem eine bedeutende Menge von Vegetabilien, in den Wurzeln, dem Holze, den Blättern oder den Blüthen dergleichen Pigmente enthalten; zum Theil auch thierischer Natur, wie das rothe Pigment der Kochenille, des Kermes und der Lackschildlaus. Blaue Pflanzenpigmente sind der Indig, und einige Pigmente blauer Blüthen und Beeren; rothe, das Pigment des Krapps, des Saflors, des Brasilienholzes, des Kampechholzes, der Orseille und einiger anderen; gelbe, das Pigment des Waus, der Scharte, des Gelbholzes, der Querzitron-Rinde, des Orlean, der Kreuzbeeren und vieler anderer, wohin auch die gerbestoffhaltigen Pflanzen und Pflanzentheile, als Sumach, Galläpfel, Bablah und viele andere gehören, welche für sich eine, mehr oder weniger der gelben sich nähernde, falbe und braune Farbe liefern (eine vollständige Zusammenstellung aller färbenden Körper findet man in »Leuchs Beschreibung der färbenden und farbigen Körper. Nürnberg 1825).«

Alle diese Farbematerialien, mit Ausnahme des Indigs,

der eine eigene Behandlung erfordert, des Orleans und Saflors, deren Pigment harziger Natur ist, werden mit Wasser in der Siedehitze oder auch bei minderer Digestionswärme, zum Theil auch kalt ausgezogen, welcher wässerige Auszug die Farbebrühe oder Farbeflotte genannt wird. Dieser mit viel Wasser gemachte Auszug enthält außer dem Pigmente, welches die eigentliche Färbung bewirkt, noch verschiedene andere im Wasser auflösliche Stoffe, besonders Gummi, Schleim und Extraktivstoff verschiedener Art. Außer diesen Farbestoffen dienen als Pigment noch verschiedene gefärbte Metalloxyde und metallische Salze, wie jene von Eisen, Kupfer, Chrom ꝛc., die Verbindungen der Blausäure mit Eisen oder Kupfer, der Chromsäure mit Blei u. s. w.

I. Allgemeine Grundsätze der Färbekunst.

Um eine genügende Einsicht in die Natur der Färbung zu erhalten, wollen wir 1) das Verhalten der Pigmente gegen die Stoffe im Allgemeinen; 2) das Verhalten derselben zu den Salzen zur Bildung von gefärbten Niederschlägen; 3) das Verhalten der gefärbten Salze gegen die Stoffe, und daraus 4) die Natur der Beitzen und deren Wirkung betrachten.

1. **Verhalten der Pigmente gegen die Stoffe im Allgemeinen.** Die Auszüge oder Auflösungen der natürlichen Pigmente lassen sich rücksichtlich ihres Verhaltens zum Sauerstoff der Atmosphäre in zwei Klassen theilen, nämlich a) solche, welche an der Luft im wesentlichen unverändert bleiben, oder b) solche, welche an der Luft eine Oxydation erleiden, und durch diese ein bestimmt gefärbtes Pigment ausscheiden.

a) Die in den wässerigen Auszügen der verschiedenen vegetabilischen und thierischen Färbematerialien, welche nicht zu der zweiten Klasse gehören, enthaltenen Pigmente sind mit ihrem Auflösungsmittel nur schwach verbunden, und sie setzen sich aus demselben leicht an einen anderen Körper ab, der einige Anziehung zu denselben äußert. Auf diese Art läßt sich ein Absud von Kochenille, von Blauholz, von Brasilienholz, oder eine schwefelsaure Indigauflösung ꝛc., durch Digeriren mit gepulverter Holz- oder Beinkohle entfärben (Bd. II. S. 84), indem sich das Pigment

wahrscheinlich durch die Haarröhrchenwirkung der porösen Substanz, mit der Kohle und zwar ungeändert verbindet. Dasselbe erfolgt, indem Wolle, vorher gehörig ausgewaschen, in einer solchen Brühe herumgenommen wird. Die Farbe, welche die Wolle auf diese Art durch ihre bloße Anziehung auf das natürliche Pigment annimmt, ist jedoch bei den meisten jener Farbenauszüge nur schwach und wenig haltbar, ja das Pigment läßt sich durch Waschen mit vielem Wasser wieder ungeändert daraus entfernen, weil die schwache Anziehung des Pigments zu dem Stoffe nicht im Stande ist, seine fernere Auflöslichkeit im Wasser aufzuheben. Eine höhere Temperatur befördert hier zwar, so wie bei der entfärbenden Wirkung der Kohle, die Verbindung des Pigments mit dem Stoffe, sowohl weil die höhere Wärme die Poren und freien Zwischenräume des letztern erweitert, und dessen Anziehung auf das Pigment erhöht, als auch weil dieselbe die Flüssigkeit der Auflösung befördert, und demnach ihr Eindringen erleichtert, wahrscheinlich auch in den meisten Fällen die Anziehung der Theile des Auflösungsmittels zu den Theilen des Pigmentes vermindert. Die auf diese Weise dem Stoffe mitgetheilte intensivere Farbe hat aber aus dem vorigen Grunde darum nicht mehr Haltbarkeit.

b) Diejenigen Farbenbrühen dagegen, deren Pigment extraktivstoffartiger Natur ist, gehen mit dem Stoffe eine festere Verbindung ein. Diese Pigmente nämlich, wohin mehr und weniger alle durch Gerbestoff und Extraktivstoff gebildeten gelben, falben und braunen Pigmente gehören, oxydiren sich in Berührung mit der Luft, und werden dadurch im Wasser unauflöslich, indem sie in diesem Zustande eine bestimmte und bleibende Farbe annehmen. Wird nun ein Stoff, z. B. Wolle, mit einer solchen Farbenbrühe imprägnirt, so schlägt sich in den feinen Poren und Zwischenräumen des Stoffes, wohin die Auflösung vermöge der Haarröhrchenwirkung dieser Theile gedrungen war, durch die allmähliche Oxydation das Pigment nieder, das nun eine festere Färbung hervorbringt, weil es, im Wasser unauflöslich geworden, nicht mehr durch dasselbe weggeschafft werden kann, sondern nun mehr oder weniger fest den Theilen des Stoffes, in und zwischen welchen es eingeschlossen ist, adhärirt. Eben dieser Vorgang tritt ein, wenn die Auflösung des reduzirten Indigo in einem Alkali

sich mit dem Stoffe verbindet; die darauf folgende Oxydation schlägt die Theile des Indigblaues in dem Stoffe nieder, die nunmehr, als in dem vorigen Auflösungsmittel unauflöslich, durch dasselbe nicht mehr weggeschafft werden können.

Eben dasselbe tritt ferner ein, wenn der Stoff mit einer Auflösung von Eisenvitriol imprägnirt, und der weiteren Oxydation an der Luft ausgesetzt wird. Das Oxydul des schwefelsauren Salzes oxydirt sich höher, wird dadurch unauflöslich, und schlägt sich auf dieselbe Weise mit seiner eigenthümlichen Farbe auf dem Stoffe nieder.

Dasjenige, was in diesen Fällen die Oxydation bewirkt, kann in einigen anderen auch durch eine Säure bewirkt werden, wenn eine solche im Stande ist, das Pigment aus seiner wässerigen Auflösung unauflöslich auszuscheiden, wie das z. B. bei dem Absude des Gelbholzes eintritt. In diesem Falle nähert sich die Natur des Prozesses schon demjenigen, der bei der Ausscheidung des Pigments durch Salze Statt findet.

Man sieht hieraus, daß das erste Prinzip der festen Färbung eines Stoffes darauf beruhe, daß das in der Farbebrühe aufgelöste Pigment während seiner Verbindung mit dem Stoffe eine solche Veränderung erleide, daß es in seinem vorigen Auflösungsmittel unauflöslich wird. Je mehr übrigens dieses veränderte Pigment in seiner Verbindung mit dem Zeuge noch anderen Auflösungsmitteln widersteht; desto fester wird die Farbe Hierin liegt zugleich der wesentliche Unterschied der Prozesse der Färberei von jenen des Anstreichens und Mahlens, bei welchen eine Fläche mit dem selbstständigen unveränderlichen Pigmente überzogen wird.

Um daher die Pigmente, welche zur Klasse a) gehören, zum Färben der Stoffe tauglich zu machen, ist ihre Veränderung oder Oxydation, die nicht von selbst an der Atmosphäre erfolgt, durch andere Mittel nothwendig, was durch verschiedene Salze bewirkt wird, mit deren Basen sie eine unauflösliche Verbindung bilden.

Bankroft hat diejenigen Pigmente, welche wie in b) die Färbung des Stoffes unmittelbar bewirken, substantive, und jene, bei denen die Färbung durch ein Zwischenmittel erfolgen

muß, **adjektive** genannt. Obgleich dieser Unterschied nicht wohl theoretisch begründet ist, da bei den substantiven Pigmenten ebenfalls die Oxydation oder irgend eine Veränderung, welche die Unauflöslichkeit des Pigments bewirkt, die vermittelnde Bedingung ist, wie, wenn gleich auf andere Weise, bei den Adjektiven, und ein Pigment, das unverändert, wie es in der Auflösung sich befindet, sich fest mit dem Stoffe verbände, nicht existirt; so behält man doch diese Bezeichnung der Kürze des Ausdrucks willen bei.

2) **Verhalten des Pigments zu den Salzen.** Versetzt man den wässerigen klaren Auszug eines Pigments mit einer geringen Menge der Auflösung eines erdigen oder metallischen Salzes in Wasser, oder löst man von diesem Salze in jenem Auszuge auf: so trübt sich bald die vorher klare Farbenbrühe, und es scheidet sich nach und nach, nach der Natur des Salzes mehr oder weniger langsam, ein gefärbter Niederschlag aus, der aus dem veränderten Pigmente in Verbindung mit dem basischen Salze besteht. In dieser Verbindung scheint das Pigment gegen die Basis in der Rolle einer Säure zu stehen, die jedoch nur eine geringe Menge der Basis zur Sättigung braucht, oder in ihren Verwandtschaften als Säure nur schwach ist, daher sie sich auch leicht mit Säuren verbindet, oder gegen stärkere Säuren sich wie eine Base verhält. Die Zersetzung eines Salzes, z. B. des Alauns, durch das Pigment, wird daher hauptsächlich durch die Bildung der unauflöslichen Verbindung bewirkt, welche das Pigment mit dem basischen Salze eingeht, mit welchem es als Säure in Verbindung tritt, während ein anderer Theil mit der Säure des zersetzten Salzes, wahrscheinlich auf dieselbe Art, wie das Indigblau mit der Schwefelsäure in der Indigblauschwefelsäure, sich verbindet. Dieser Antheil von Säure bestimmt durch seine Einwirkung auf das Pigment die Farbenüanze, welche dem gefärbten Niederschlage zukommt, welcher demnach, wenigstens in den meisten Fällen, als ein aus dem Pigment, der Säure und dem Oxyd zusammengesetztes Doppelsalz anzusehen ist.

Gewöhnlich nimmt man an, daß bei der Einwirkung eines Salzes auf ein im Wasser gelöstes Pigment dieses Salz eine totale Zersetzung erleide, und das Pigment sich mit der Basis des-

selben verbinde, so daß der gefärbte Niederschlag bloß aus der Basis des Salzes und dem Pigmente bestehe. Diese Ansicht ist zwar leicht und einfach, aber nicht richtig, und erklärt keineswegs die hier Statt findenden Erscheinungen. Man kann dem Pigmente zur Zersetzung eines Salzes keine stärkere Kraft beilegen, als selbst die stärksten Alkalien nicht besitzen, die in allen Salzen, welche als Fällungsmittel der Pigmente angewendet werden, nur sich mit einem Theile der Säure verbinden, während ein unauflösliches basisches Salz sich ausscheidet. Die Pigmente, die sich in ihrer Reaktion gegen andere Stoffe, bald alkalisch, bald sauer verhalten, haben Anziehung zu den Säuren und zu den Basen, und indem ein Salz auf dieselben einwirkt, gibt dieses in seinem Bestreben, in den unauflöslichen basischen Zustand überzugehen, durch jene doppelte Einwirkung des Pigments einen Theil seiner Säure an das letztere ab, während ein anderer Theil des Pigments sich mit dem basischen Salze verbindet, und hier in der Rolle einer Säure den ausgeschiedenen Antheil der Säure des Salzes ersetzt, und zwar in einer gegen die Menge des basischen Salzes um so größeren Menge, je geringer die Sättigungskapazität des Pigments als Säure gegen jene der Säure des Salzes ist; so, daß bei Salzen mit starken Säuren nur eine geringe Menge des Salzes erforderlich ist, um für eine viel größere Menge des Pigmentes jene Verbindung zu bewirken. Jener andere Theil des Pigments, welcher sich mit der Säure verbunden hat, und welche saure Verbindung der Indigblauschwefelsäure analog ist, und die wir als die »saure Verbindung« bezeichnen wollen, bleibt in dem Wasser aufgelöst, und kann hier durch die gehörigen Prüfungsmittel nachgewiesen werden. Der gefärbte Niederschlag besteht sonach aus einem basischen Salze, welches mit derjenigen Menge Pigments verbunden ist, welche ein Äquivalent derjenigen Menge der Säure ausmacht, die das Salz zur Umwandlung in basisches Salz abgegeben hat; er ist folglich ein unauflösliches oder schwer auflösliches Doppelsalz aus der pigmentsauren Basis und dem neutralen Salze bestehend. Diese Verbindung bildet sich auch durch direkte Einwirkung des basischen Salzes auf das Pigment; z. B. wenn ein Kochenilleabsud mit basischer schwefelsaurer Thonerde, oder mit basischem

Zinnchlorür (im frisch gefällten und ausgewaschenen Zustande) behandelt wird. Es bildet sich derselbe gefärbte Niederschlag, wie durch Versetzung des Absudes mit der Auflösung dieser neutralen Salze, nur daß im ersten Falle die saure Verbindung in der Auflösung fehlt. Reine Thonerde und reines Zinnoxyd bringen dagegen jene gefärbten Niederschläge nicht hervor.

Da sonach die nächste Wirkung der Pigmente auf die Salze in der Bildung des basischen Salzes besteht; so folgt, daß alle jene Salze, welche leicht in basische Salze übergehen, zur Ausscheidung des Pigmentes aus seiner wässerigen Auflösung geschickt sind, und zwar um so mehr, je mehr sie zu jener Bildung des basischen Salzes geneigt sind. Hierher gehören die meisten Metallsalze, und vorzüglich die schwefelsaure Thonerde und das Zinnchlorür. Und eben so ergibt sich, daß jene Salze, die nicht, oder nur schwer in das basische Salz übergehen, dazu nicht geeignet sind. Die Bittererde ist z. B. eben so fein zertheilt, und eben so weiß, als die Thonerde, auch ist sie zum Körper für Lackfarben, eben so wie letztere, geeignet; aber zur Fällung der Pigmente sind ihre leicht auflöslichen Salze untauglich, weil ihnen jene Eigenschaft der basischen Umwandlung fehlt, die Pigmente aber außer Stande sind, ein neutrales Salz dieser Art zu zersetzen. Diese Theorie klärt auf befriedigende Art alle Erscheinungen auf, die sich in den Färbeprozessen darbiethen.

Die Farbe des gefärbten Niederschlages hängt von der Natur der Säure und der Basis des fällenden Salzes ab. Ist letztere weiß, wie dies bei der Thonerde und dem Zinnoxyd der Fall ist; so ist die Farbe des gefärbten Salzes mehr oder weniger dem natürlichen Pigmente gleich, und die weiße Farbe der Grundlage, mit der sich dieses verbindet, trägt selbst zu seiner Aufhellung bei; die Verschiedenheit der Säure bewirkt nur verschiedene Nüanzen dieser Grundfarbe. Bei gefärbten Basen theilen diese auch mehr und weniger dem gefärbten Salze ihre Farbe mit, indem sie zugleich verschiedentlich auf die Veränderung des Pigmentes einwirken.

Auf diese Art wird aus dem wässerigen Auszuge der Kochenille durch Alaun und Zinnsalz ein karmesinrother Niederschlag gefällt, der ins Scharlachrothe geht, wenn jenen Salzen noch

Weinstein zugesetzt worden ist; mit essigsaurem Blei wird der Niederschlag veilchenblau, der an der Luft beständig ist; mit salzsaurem Kalk nelkenbraun, der bald schwärzlich, und zuletzt schmutziggrün wird; mit der Auflösung eines Eisensalzes dunkelviolett bis ins Schwarze; und so bilden alle übrigen Salze mit erdiger oder metallischer Basis mehr oder minder verschiedene Nüanzen. Löst man die Kochenille in Ammoniak auf, und fället die Auflösung durch essigsaures Blei; so ist der Niederschlag grün, nach einiger Zeit wird er an der Oberfläche, wo er mit der Luft in Berührung kommt, violett und unterhalb blau. Hieraus ergibt sich, daß die Farbnüanze des durch irgend ein Salz gefällten Niederschlags abhängig ist, von dem Grade der Oxydation oder der Veränderung des Pigments durch die Säure des fällenden Salzes, von dem Oxydationsgrade oder der Farbe des Oxydes, das mit dem Pigmente in Verbindung geht, und von seiner Menge im Verhältnisse zu jener des Pigments.

Übrigens fällen verschiedene Salze aus der Farbebrühe, wie dieses besonders bei der Kochenille der Fall ist, das Pigment noch mehr oder weniger in Verbindung mit andern in der Auflösung befindlichen Stoffen, so daß auch aus diesem Grunde eine Verschiedenheit in der Nüanze des Niederschlags bewirkt wird.

3) Verhalten der gefärbten Salze gegen die Stoffe. Diese Niederschläge oder diese gefärbten Salze sind der unauflösliche oder schwer auflösliche Farbestoff, welcher in Verbindung mit den Zeugen tritt, und ihre Färbung bewirkt. Sie befestigen sich auf dieselbe Art in demselben, als der durch Oxydation an der Luft unauflöslich gewordene Farbestoff der substantiven Pigmente. Nimmt man daher einen zu färbenden Stoff, z. B. Wolle, in der durch ein Salz gefällten Farbebrühe herum, so nimmt, zumahl bei höherer Temperatur, die Wolle jene gefärbten Niederschläge auf, indem sie sich färbt, während die Brühe, in welcher diese Färbung vorgenommen worden (das Färbebad), ungefärbt oder wenig gefärbt zurück bleibt.

Allein dieser Erfolg findet nicht bei allen gefärbten Niederschlägen gleichmäßig Statt, sondern nur bei denjenigen, die sich in der Farbbrühe so fein zertheilt befinden, daß ihre noch lockern kleinsten Theile mit der Flüssigkeit, in der sie suspendirt sind, in

die feinen Zwischenräume des zu färbenden Stoffes einzudringen fähig sind. Dieses ist in der Regel bei denjenigen der Fall, in denen der Niederschlag so fein zertheilt ist, daß er noch mit durch ein Filter von Fließpapier geht, z. B. bei dem mit Alaun versetzten Kochenillauszug. Ist jedoch der Niederschlag flockenartig, und der Art, daß er sich aus der Farbebrühe schnell absetzt; so sind dabei seine Theile schon mit einander in einen Grad von Kohäsion getreten, der die geringe Affinität des Stoffes gegen diese Theile überwiegt; so, daß ein Eindringen derselben in den letzteren, und eine Verbindung damit nicht mehr erfolgt. Dieses ist der Fall bei den Pigmenten, die mehr extraktivstoff- oder gerbestoffartiger Natur sind.

Diese gerbestoffartigen Pigmente zeigen eine starke Verwandtschaft zu den Salzbasen, verbinden sich fest damit, und treten dadurch in einen Kohäsionszustand, der der innigen Verbindung mit dem zu färbenden Stoffe hinderlich ist. Aus demselben Grunde liefert eine alkalische Auflösung eines Pigmentes, wenn diese mit der Auflösung eines Salzes mit erdiger oder metallischer Basis versetzt wird, kein brauchbares Färbebad.

In diesen Fällen (und diese sind die zahlreichsten in der Färberei) ist es daher nothwendig, die gefärbten Niederschläge nicht für sich in der Farbebrühe hervorzubringen, um sie dann mit dem zu färbenden Zeuge zu verbinden; sondern diese Niederschläge unmittelbar auf und in dem Zeuge selbst zu bewirken, auf dieselbe Art, als dieses bei den substantiven Pigmenten durch die auf andere Art bewirkte Veränderung des Pigments geschieht. Zu diesem Behufe wird der zu färbende Stoff mit der Salzauflösung, durch welche das Pigment gefällt werden soll, imprägnirt, größten Theils bei Anwendung von Wärme, damit die Auflösung in die feinen Zwischenräume so viel möglich vollständig einzudringen vermöge, und sodann derselbe in der Farbebrühe, gleichfalls bei höherer Temperatur, herum genommen. Dadurch dringt nun diese Auflösung des Pigments gleichfalls in das Zeug ein, trifft hier die schon früher eingedrungenen Theile des Salzes, und bildet mit denselben den gefärbten Niederschlag, der nun in den feinen Poren und Zwischenräumen desselben eingeschlossen, und durch Affinität mit dem Stoffe selbst verbunden wird. Durch diese An-

ziehung des Stoffes auf das gefärbte Salz wird die Bildung desselben oder des gefärbten Niederschlags noch befördert. Diese Vorbereitung des Zeuges, um dasselbe zur Ausscheidung und Aufnahme des Pigments aus der Farbebrühe geschickt zu machen, nennt man das Anbeitzen, und das Salz selbst, oder eine Zusammensetzung von Salzen, womit das Anbeitzen, oder, wenn Siedehitze angewendet wird, das Ansieden geschieht, die Beitze.

4) Natur und Wirkungsart der Beitzen. Die genügende Einsicht in die Wirkungsart der Beitzen ergibt sich sonach aus dem Vorigen von selbst. Die färbende Substanz, welche sich in dem angebeitzten Zeuge durch das Ausfärben in einer Farbenflotte festsetzt, ist eben derselbe gefärbte Niederschlag, welcher in derselben Farbenbrühe durch den Zusatz jener Salze, mit welchen angebeitzt worden ist, hervorgebracht wurde, und aus der Farbe dieser Niederschläge in einer bestimmten Flotte durch eine bestimmte Beitze läßt sich daher im Voraus die Färbung des Zeuges selbst unter denselben Umständen beurtheilen, vorausgesetzt, daß das zu färbende Zeug selbst eine weiße Farbe hat. Der Grad der Sättigung des Zeuges mit der Beitze bestimmt natürlich den Grad der Sättigung mit dem Pigmente, oder die mehr und minder satte Färbung, da eine bestimmte Quantität des Salzes in dem Zeuge angehäuft werden muß, um eine bestimmte Quantität des Pigmentes auszuscheiden.

Ist ein Zeug mit der Beitze imprägnirt worden, so muß diejenige Beitze oder Salzauflösung, welche nicht in die Poren des Zeugs eingedrungen ist, sondern nur oberflächlich an demselben haftet, wieder weggeschafft werden, weil diese sich beim Ausfärben mit dem Farbebade vermischen, und dieses durch die Bildung des gefärbten Niederschlages an Pigment erschöpfen würde, bevor die Wirkung auf die in das Zeug eingedrungene Beitze erfolgen kann. Deßhalb müssen nach dem Anbeitzen die Zeuge durch Austropfen oder Auswinden und nachheriges Auswaschen in reinem Wasser von der überflüssigen Beitze wieder befreit werden. Bei solchen Zeugen, die eine geringere Anziehung zu den Beitzen haben, wie Baumwolle und Leinen, ist es nothwendig, dieselben vor dem Auswaschen erst gehörig zu trocknen.

Die Beitzen müssen ferner die Eigenschaft haben, daß die Salze, aus welchen sie bestehen, nicht leicht krystallisiren, weil sich sonst, wenn das Zeug in einer höheren Wärme angebeitzt worden, bei der nachfolgenden niederen Temperatur und dem theilweisen Abtrocknen das Salz in dem Zeuge in kleinen Krystallen ansetzt, die wegen ihrer eigenen Kohäsion dem letzteren nur schwach anhängen, und dann theils durch das Auswaschen weggenommen werden, theils bei dem nachfolgenden Ausfärben in die Farbeflotte übergehen.

Soll ein Pigment in seiner natürlichen Grundfarbe, mit Einschluß der Nüanzen, welche zu derselben gehören, in dem Zeuge befestigt werden; so können, wie schon oben bemerkt, zu der Beitze nur Salze dienen, die ein weißes Oxyd zur Basis haben. Dergleichen sind der Alaun und das Zinnsalz.

Der Alaun oder sein hier wesentlicher Bestandtheil, die schwefelsaure Thonerde, ist die Grundlage, zumahl für Wolle, aller Beitzen, welche zur Befestigung der adjektiven Pigmente dienen; daher dieses Beitzen auch alaunen genannt wird. Die Thonerde, welche seine Grundlage bildet, die basische schwefelsaure Thonerde, in welche derselbe nach Ausscheidung eines Theiles der Säure übergeht, eignet sich sowohl wegen ihrer weißen Farbe, als wegen ihrer großen Zertheilung, wenn sie aus der Alaunauflösung frisch ausgefällt worden, vorzüglich zur Basis für das aus der wässerigen Auflösung sich scheidende Pigment. Bei seiner Neigung, mit Abgabe eines Theiles der Säure ein unauflösliches basisches Salz zu bilden, zersetzt sich der Alaun übrigens leicht durch die Wirkung der Pigmente, welche Zersetzung, wie oben bemerkt, sowohl durch die Anziehung der Schwefelsäure auf das Pigment, als durch die Anziehung des Pigments auf die Thonerde oder das basische Salz bewirkt wird; so daß das Pigment sich mit dem basischen Salze auf die oben angezeigte Weise zu pigmentschwefelsaurer Thonerde verbindet, während zugleich eine Verbindung der Schwefelsäure mit Pigment erfolgt.

Die letztere saure Verbindung scheint vorzüglich die Affinität des Niederschlages zu der Substanz der Wolle zu begünstigen, da diese eine bedeutende Anziehung auf Schwefelsäure und schwefelige Säure äußert, und dergleichen Verbindungen fest aufnimmt,

wie die Färbung durch die Indigblauschwefelsäure und das Bleichen derselben mit schwefeliger Säure beweisen. Der Umstand, daß die saure Verbindung hier in dem zu färbenden Zeuge selbst entsteht, folglich sich unmittelbar mit demselben verbinden kann, und zugleich die Verbindung des gefärbten Salzes mit demselben begünstigt, zeigt zugleich den Vorzug der Färbungsart auf dem vorher angebeitzten Zeuge vor jener in der mit der Beitze vermischten Flotte, bei welcher die saure Verbindung in letzterer aufgelöst ist, daher nur schwach auf das Zeug wirken kann.

Man hat früher angenommen, daß beim Anbeitzen der Wolle der Alaun in der Art zersetzt werde, daß dessen Thonerde mit dem Stoffe in Verbindung geht, und sonach bei dem Ausfärben das Pigment sich mit dieser Thonerde verbinde. Allein es ist durch genaue Versuche erwiesen, daß der Alaun in dem angebeitzten Zeuge unzersetzt vorhanden ist, und daß seine Zersetzung erst durch das nachfolgende Ausfärben bewirkt wird. Die Befestigung der Alaunauflösung in der angebeitzten Wolle, so daß sie dem nachfolgenden mäßigen Auswaschen in kaltem Wasser (S. 375) widersteht, muß man außer der Anziehung des Stoffes zu dem Salze, welche hinreichen kann, dasselbe aus seiner Auflösung unzersetzt auszuscheiden, dem schon oben angeführten Umstande zuschreiben, daß die in der höheren Temperatur mehr geöffneten feinen Zwischenräume des Wollenhaars (s. unten) in der Kälte wieder mehr geschlossen sind, und sonach die eingedrungene Flüssigkeit theils mechanisch, theils durch die mit der Verengerung jener Räume verstärkte Haarröhrchenwirkung zurückhalten und schützen. Kalt angebeitzte Wolle verliert auch leicht ihren Alaun durch das Auswaschen, und auch die, wie gewöhnlich, mit Alaun angesottene Wolle läßt sich durch heißes Wasser von ihrem Alaun befreien.

Ein höherer Grad der Befestigung des Alauns in solchen Zeugen, welche sich weniger leicht mit den Beitzen verbinden, wie Baumwolle und Leinen, wird durch das Galliren erreicht, wobei man das Zeug zuerst mit einem Absude von Galläpfeln behandelt, und dann alaunet. Es ist dieses eine Art vorläufiger Färbung, durch welche der Alaun in basisches Salz verwandelt, und als solches in Verbindung mit Gerbestoffsäure in dem Zeuge befe-

stigt wird, so daß er nun dem Auswaschen widersteht. Bei der nachfolgenden Färbung verbindet sich das Pigment mit dem basischen Salze auf die oben angegebene Weise, indem es in Folge der stärkeren Anziehung zu dem basischen Salze unter Mitwirkung einer Säure an die Stelle der Gerbestoffsäure tritt, auf dieselbe Art, als diese aus ihrer Verbindung gesetzt wird, wenn ein mit einem Eisensalze angebeiztes Zeug in Galläpfelabsud grau oder schwarz gefärbt, und dann mit einer sauren Auflösung von blausaurem Kali behandelt wird, um in dem Zeuge Berlinerblau zu bilden (Bd. II. S. 223). Der Gerbestoff scheint überhaupt mit dem basischen Erdensalze in dem Zeuge in einer schwächeren Verbindung zu stehen, wahrscheinlich weil er sich leicht mit den verdünnten Säuren verbindet, und im Wasser auflöslich wird.

Der Alaun, welcher zum Anbeizen der Zeuge dient, muß für reine Farben, deren Schattirung durch ein Eisensalz verändert wird, eisenfrei seyn (s. Bd. I. S. 215).

Gewöhnlich wird der Alaun zur Beitze mit Weinstein versetzt, nämlich dem vierten Theil des Alauns an Weinstein. Man löst den Weinstein zuerst im Wasser auf, und dann den Alaun. Dieser Zusatz hat wesentlich zwei Wirkungen: Erstens vermehrt der Weinstein die Auflöslichkeit des Alauns, und vermindert dadurch die Neigung des letzteren zum Krystallisiren in dem Zeuge; zweitens bewirkt er eine Veränderung der Farbennüanze des Pigments, auf die bereits oben erklärte Weise, welche Veränderung bei den rothen Farben in einer Nüanzirung von Orange besteht, wodurch die Färbung mehr Lebhaftigkeit erhält. So färbt Kochenillabsud mit Zinnauflösung karmesinroth, mit einem Zusatze von Weinstein aber scharlachroth. Weinstein und Alaun sind übrigens in dem angebeitzten Zeuge unzersetzt vorhanden, und ihre Zersetzung erfolgt nur bei der Einwirkung des Pigments im Farbebade.

Da der Alaun nur durch seine schwefelsaure Thonerde wirksam ist, und sein zweiter Bestandtheil, das schwefelsaure Kali, nicht nur eine passive, sondern in wiefern es die Krystallisirbarkeit der ersteren befördert, eine nachtheilige Wirkung hat: so wäre die schwefelsaure Thonerde (s. Art. Alaunfabrikation S. 205)

in allen Fällen, wo Alaun angewendet wird, vorzuziehen, wenn sie gehörig eisenfrei ein Handelsartikel wäre.

Als ein Mittel, die Krystallisirbarkeit des Alauns zu schwächen, zumahl bei jenen Zeugen, welche sich weniger leicht als Wolle mit den Beitzen und Pigmenten verbinden, dient auch die Versetzung der Alaunauflösung mit etwas Alkali, wozu gewöhnlich der achte Theil des Alaungewichtes Pottasche oder auch Kreide genommen wird. Dieser Zusatz hat zugleich die Wirkung, die Neigung des Alauns, sich als basisches Salz auszuscheiden, zu befördern, oder ein basisches Salz schon im Voraus zu bilden. Man kann daher für diesen Zweck der Alaunauflösung unter Umrühren so lange Pottaschenauflösung zusetzen, bis das basische Salz sich bleibend auszuscheiden anfängt. Für jene Stoffe, die sich schwer mit den Beitzen verbinden, nämlich Baumwolle und Leinen, dient daher statt des Alauns besser die essigsaure Thonerde, welche nicht nur die Eigenschaft hat, schwer zu krystallisiren, sondern auch nach ihrer Verbindung mit dem Zeuge bei dem Eintrocknen, zumahl in der Wärme, einen Theil der Säure verliert, so daß eine schwer auflösliche basische Verbindung auf dem Zeuge haftet, mit welcher sodann beim Ausfärben das Pigment in Verbindung tritt. Gewöhnlich wendet man Alaun und essigsaure Thonerde zugleich an, indem man die Alaunauflösung mit einer Quantität Bleizucker versetzt, die nicht hinreicht, um die Zersetzung der ganzen Menge des Alauns zu bewirken.

Diese Auflösung von essigsaurer Thonerde enthält jedoch überdem noch basische schwefelsaure Thonerde mit einem größeren Thonerdegehalt als die gewöhnliche, die sich in der Siedehitze aus der Auflösung ausscheidet, in der Kälte aber wieder auflöst. Dieses doppelt basische Salz hat einen bedeutenden Antheil an der Wirkung dieser Beitze.

Das Zinnsalz dient zur Beitze als Oxydulsalz oder als Oxydsalz. Das Oxydulsalz gewöhnlich als salzsaures Zinnoxydul (Zinnchlorür), das gewöhnlich sogenannte Zinnsalz, welches man erhält, indem man Zinn in konzentrirter Salzsäure unter mäßiger Anwendung von Wärme auflöst, die Auflösung abdampft, und zum Krystallisiren bringt. Außerdem in einer Mischung von salzsaurem und salpetersaurem Zinnoxydul, durch Auf-

lösung des Zinnes in der Kälte in einer Mischung von Salpetersäure und Salzsäure (die sogenannte **Komposition** in der Scharlachfärberei); oder in einer Mischung von salzsaurem und schwefelsaurem Zinnoxydul, durch die Auflösung des Zinns in Salzsäure und Schwefelsäure. Weinstein der Zinnauflösung zugesetzt bringt auf die Farbnüanze die ähnliche Wirkung hervor, wie beim Alaun (s. S. 378).

Das salzsaure Zinnoxyd (Zinnchlorid) (im wasserfreien Zustande der ehemahls sogenannte Liquor fumans Libavii), welches man erhält, wenn Zinn in der Wärme in Königswasser aufgelöst wird, oder wenn man Chlor durch eine Auflösung von Zinnchlorür bis zur Sättigung leitet, und dann die überschüssige Säure abdampfen läßt, wird vorzüglich zur Befestigung von topischen Farben in der Kattundruckerei gebraucht.

Bei mehreren in der Färberei gebrauchter Zinnauflösungen ist eine Mengung des Zinnchlorürs und des Zinnchlorids vorhanden.

Die Eigenschaft des Zinnchlorürs, so wie des salpetersauren Zinnoxyduls, mit Leichtigkeit in ein weißes basisches Salz überzugehen, das sowohl zu dem Stoffe als zu den Pigmenten eine bedeutende Anziehung äußert, macht es eben so, wie den Alaun, als Beitzmittel sehr geeignet.

Das Zinnchlorür oder salzsaure Zinnoxydul wird jedoch in der Färberei auf Wolle nicht gern für sich allein als Beitzmittel angewendet. Da nämlich dieses Salz bei seiner Auflösung in Wasser sich leicht zersetzt, indem sich basisches Zinnchlorür als ein feines weißes Pulver (das übrigens leicht mit Pigmenten in Verbindung tritt) ausscheidet, und Zinnchlorür mit überschüssiger Säure aufgelöst bleibt; so greift es durch diese letztere saure Verbindung die Wolle, in welche sie gierig eindringt, stark an, und macht sie rauh. Dieses ist weniger der Fall, wenn die salzsaure Zinnauflösung überflüssige Säure enthält, daher man dieselbe zu diesem Gebrauche auch so bereitet, daß in der Salzsäure nur etwa die Hälfte des Zinnes aufgelöst wird, welche sie aufzulösen vermag. Diese freie Säure, welche die Zersetzung des Salzes bei dem weiteren Zusatze von Wasser hindert, schadet den Zeugen weit weniger, als das saure Zinnsalz, welches die Ausscheidung

des basischen begleitet. Wendet man eine Auflösung von Zinnchlorür in Krystallen an, so muß man nach ihrer Verdünnung mit Wasser noch so viel Salzsäure zusetzen, bis der Niederschlag des basischen Salzes wieder aufgelöst ist. Gewöhnlich bereitet man für diese Färberei die Zinnauflösung entweder durch Salpetersäure mit Zusatz von Salmiak (2 Unzen Salmiak auf 1 Pfund Salpetersäure von 25° Baumé für 2 Unzen Zinn) oder durch Mischungen von Salpetersäure und Salzsäure in verschiedenen Verhältnissen, so daß entweder die Salpetersäure oder die Salzsäure überwiegt; die Auflösung geschieht dabei immer in der Kälte und mit allmählicher Hinzufügung kleiner Portionen Zinn, damit nur ein Oxydulsalz entstehe, und man setzt dabei nicht so viel Zinn zu, daß eine völlige Sättigung der Säuren erfolgen könnte. Da das Zinnchlorür sowohl als das salpetersaure Zinnoxydul eine besondere Neigung hat, mit den Alkalien Doppelsalze zu bilden; so entsteht bei der Auflösung durch Salpetersäure mit Zusatz von Salmiak salpetersaures und salzsaures Zinnoxydul-Ammoniak, welches Doppelsalz die Beständigkeit der Zinnauflösung befördert, die Bildung des sauren Zinnchlorürs hindert, und dadurch die Schärfe der Auflösung für die Wolle vermindert; übrigens aber eben so leicht, als das Zinnchlorür, bei der Einwirkung der Pigmente, in das basische Salz übergeht. Eben diese Verbindung entsteht auch bei den übrigen Auflösungen, in denen Salzsäure und Salpetersäure zusammenwirken, da durch die Zersetzung eines Theils der Salpetersäure Ammoniak entsteht, welches mit dem Zinnchlorür und dem salpetersauren Zinnoxydul in die doppelsalzige Verbindung eingeht. Man muß demnach annehmen, daß die Zinnkomposition der Färber aus salpetersaurem Zinnoxydul, salzsanrem Zinnoxydul, salpetersaurem und salzsaurem Zinnoxydul-Ammoniak bestehe.

Die Verhältnißmengen dieser Salze gegen einander hängen von dem Verhältnisse der angewandten Säuren ab, und da jene Mengen in der Beitze allerdings von Einfluß auf die Beschaffenheit und Nüanzen der Färbung seyn müssen: so lassen sich also auch darüber keine allgemeinen Verhältnisse festsetzen, sondern es muß hier für jeden einzelnen Zweck die Erfahrung entscheiden, daher diese Kompositionen nach den Verhältnissen ihrer Bestand-

theile bei den einzelnen Farben angegeben werden. Übrigens ist es wahrscheinlich, daß man alle diese Zinnauflösungen durch eine Auflösung des Zinns in Salzsäure würde ersetzen können, wenn man derselben etwas Ammoniak zusetzt, um einen größeren oder geringeren Theil des Zinnchlorürs in salzsaures Zinnoxydul-Ammoniak zu verwandeln.

Zu manchem Gebrauche versetzt man die Zinnauflösung mit etwas Bleizucker, um essigsaures Zinnoxydul in derselben zu bilden. Statt der Salpetersäure wird mit der Salzsäure auch Schwefelsäure angewendet. Diese schwefel-salzsaure Zinnauflösung entsteht, indem man 2 Theile granulirtes Zinn mit 3 Th. gewöhnlicher Salzsäure übergießt, und nach einer Stunde allmählich 1½ Th. konzentrirte Schwefelsäure dazu mischt. Das Gemenge erhitzt sich, und das Zinn löst sich mit Heftigkeit auf: die Wärme wird auf der Sandkapelle so lange unterhalten, als sich noch Wasserstoffgas entwickelt. Nachdem die Masse abgekühlt, löst man das Salz im Wasser auf, gießt die Auflösung von dem noch rückständigen Zinne ab, wägt dieses, um das Gewicht des aufgelösten zu erhalten, und versetzt die Auflösung mit so viel Wasser, daß 8 Theile davon 1 Theil Zinn enthalten. Diese Auflösung bleibt klar, ohne sich durch Ausscheiden von basischem Salze zu trüben.

Bei diesen Zinnauflösungen, welche als Beitze für Wolle oder Seide dienen, ist es für ihre gehörige Wirkung wesentlich, daß das Zinn in denselben als Oxydul enthalten sey. Immer also, wenn Salpetersäure mit zur Auflösung kommt, muß diese Auflösung ohne Anwendung von Wärme, mit allmählicher Eintragung des Zinns in kleinen Quantitäten, so daß die folgende nur beigesetzt wird, wenn die erste ganz aufgelöst ist, und mit verdünnter Salpetersäure geschehen, damit die Bildung von Zinnchlorid vermieden werde. Dieses Salz oder das salzsaure Zinnoxyd eignet sich darum nicht für die Färberei auf Wolle und Seide, weil bei demselben eine Umwandlung in ein basisches Salz, durch dieselbe Einwirkung, wie bei dem Zinnchlorür, nicht Statt findet. Nur bei Anwendung höherer Temperatur beim Eintrocknen, wie dieses beim Kalikodrucke der Fall ist, unterliegt jenes Salz einer partiellen Zersetzung in Berührung mit den Stoffen und Pigmen-

ten, wird daher auch als Tafeldrucksalz gebraucht. Bei der Anwendung des Zinnchlorürs als Beitzmittel ist es übrigens wahrscheinlich, daß die stark desoxydirende Wirkung dieses Salzes auch in manchen Fällen auf die Nüanzirung des Pigments durch theilweise Desoxydation einen Einfluß ausübe; so wie daß in dem Maße, als das Oxydul in dem Zeuge durch Aufnahme von Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft in Oxyd übergeht, ebenfalls eine Veränderung der Nüanzirung erfolge; wie dieses wenigstens bei dem Kochenillepigment der Fall ist, das von Zinnchlorür mit dunkelrother Farbe gefällt wird, die an der Luft nach und nach schön roth wird.

Diejenigen Metallsalze, die in ein gefärbtes basisches Salz übergehen, als das basische schwefelsaure, salpetersaure und essigsaure Eisenoxyd, das basische schwefelsaure und salpetersaure Kupferoxyd u. s. w., nüanziren das Pigment durch ihre eigenthümliche Farbe, und wirken hier eigentlich auf doppelte Weise; einmahl zur Fixirung des Pigments, wie die weißen Oxyde des Alauns und der Zinnauflösung, und dann durch ihre Färbung. Beispiele hierzu liefert das Blaufärben mit Kampescheholz (Bd. II. S. 221).

Alle metallischen Salze, welche sich leicht in ein basisches Salz umwandeln, sind zu diesen Beitzen geeignet. Am häufigsten unter diesen Metallsalzen wird in der Färberei der Eisenvitriol (für Wolle) und das essigsaure Eisenoxyd (S. 37) (für Baumwolle) angewendet. Das Oxydul des Eisenvitriols geht in dem Zeuge, und in Verbindung mit dem Pigmente in Oxyd über, nämlich in basisches schwefelsaures Eisenoxyd, daher statt desselben in den meisten Fällen auch das nicht krystallisirbare schwefelsaure Eisenoxyd (S. 27) angewendet werden kann. Beide Eisensalze, zumahl der Eisenvitriol, werden gewöhnlich mit Weinstein versetzt, der hier die Wirkung hat, weinsaures Eisenoxyd und weinsaures Eisenoxydkali zu bilden, zwei unkrystallisirbare Salze, die einen Theil ihrer Säure schwerer abgeben, als das schwefelsaure Salz, und daher geeignet sind, das Zeug vor ihrer Zersetzung gleichmäßig zu durchdringen, so daß die nachfolgende Färbung gleichförmiger ausfällt (Bd. II. S. 224).

Die nähere Angabe und Zusammensetzung der Beitzen für jede einzelne Farbe wird in den speziellen Artikeln gegeben; hier fügt man nur noch die von Fabroni angegebene sogenannte allgemeine Beitze (für Wolle und Seide) bei. Man löset 8 Loth geraspeltes Zinn in einen im Sandbade befindlichen Kolben in 16 Loth konzentrirter Schwefelsäure, die mit 8 Loth Wasser verdünnt worden, in der Siedehitze auf, nimmt den Kolben vom Feuer, und läßt ihn 24 Stunden stehen. Dann schüttet man 12 Loth Kochsalz hinein, rührt gut um, verschließt die Öffnung des Kolbens mit Papier, und läßt die Mischung wieder 24 Stunden ruhen; wornach man den Kolben wieder im Sandbade erwärmt, bis alles aufgelöst ist. Die nach dem Erkalten in dem Kolben befindliche Salzmasse wird abgewogen, und 1 Pfund derselben mit 3 Pfund Wasser versetzt, dann eine Auflösung von $2^1/_8$ Loth gereinigten Weinstein und $4^3/_4$ Loth Kupfervitriol in $8^1/_2$ Pfunden Wasser dazu gegossen, wohl unter einander geschüttelt, und das Flüssige in einer verstopften Flasche zum Gebrauche aufbewahrt.

Von der Fixirung der Pigmente vegetabilischer oder thierischer Natur auf den Zeugen ist die Färbung durch Metallsalze verschieden, bei der sich nämlich unauflösliche gefärbte Metallsalze in dem Zeuge befestigen. Ein Beispiel hiervon ist die Färbung mit Berlinerblau (Bd. II. S. 222); ferner das Braunfärben mit blausaurem Kupferoxyd (Bd. III. S. 87); oder die Bildung von Chromgelb in dem Zeuge (Bd. III. S. 484), indem dasselbe mit einer Auflösung von Bleizucker imprägnirt, und dann mit einer Auflösung von chromsauren Kali behandelt wird.

Gemischte oder zusammengesetzte Farben sind diejenigen, die aus mehreren einfachen Farben oder aus den ursprünglichen Farben der Färberei, Gelb, Roth, Blau und Schwarz, zusammengesetzt werden, z. B. Braun, Orange, Purpur 2c. Diese gemischten Farben entstehen (abgesehen von gewissen substantiven Pigmenten, die sie durch einfache Färbung liefern) (Bd. III. S. 83), entweder indem auf dieselbe Beitze ein aus mehreren Pigmenten zusammengesetzter Färbestoff gebracht wird, oder indem auf eine zusammengesetzte Beitze ein einzelnes Pigment gesetzt wird, das mit verschiedenen Beitzen verschiedene Farben liefert;

oder endlich indem in zwei Färbeoperationen eine Farbe auf die andere gesetzt wird, in welchem Falle die erste Farbe der Grund genannt wird. Im ersten Falle verbinden sich die verschiedenen Pigmente mit derselben Beitze zugleich, gewöhnlich im Verhältnisse der Menge, mit welcher jedes derselben in der Farbeflotte aufgelöst ist. So färbt sich ein in Alaun oder Zinnauflösung angebeiztes Wollenzeug in einer Flotte aus Kochenille und Gelbholz oder Querzitron, oder von Krapp und Gelbholz, orange, und zwar nach dem Verhältnisse der zugesetzten Menge des gelben Pigments. Im zweiten Falle verbindet sich jeder Theil der zusammengesetzten Beitze mit einem Theile des Pigments in der zugehörigen Farbe, wo dann die Nüanze der gemischten Farbe von den Verhältnißmengen der Salze abhängt, aus denen die Beitze zusammengesetzt ist. So färbt sich das in einer Auflösung von Alaun, die mit einem Eisensalze versetzt ist, angebeitzte Zeug in einer Flotte von Kochenille rothbraun, indem die Theile des Pigments, die mit dem Alaun in Verbindung gehen, die rothe; jene, die sich mit dem Eisensalze verbinden, eine dunkelviolette Färbung geben. Dasselbe ist beim Ausfärben in Krapp der Fall (Bd. III. S. 80). Im dritten Falle endlich wird das Zeug zuerst in einer Farbenbrühe, dann in der zweiten ausgefärbt, um aus der Mischung dieser Farben die zusammengesetzte Farbe hervorzubringen. So entsteht grün, indem das Zeug zuerst blau grundirt, und dann gelb gefärbt wird, oder auch umgekehrt; für die zweite Farbe, welche aufgesetzt wird, muß dabei, wenn sie nicht substantiv ist, das Zeug neuerdings angebeitzt werden. Das Praktische zur Herstellung der in der That zahllosen gemischten Farben ist in den einzelnen Artikeln nachzusehen.

Mit dem Schönen oder Lebhaftmachen (Aviviren) bezeichnet man in der Färberei die Manipulation, nach der Färbung das Zeug noch mit einer Säure, einem Alkali oder einem Salze, die in einer großen Menge Wasser aufgelöst worden sind, zu behandeln, um dadurch der Farbe noch eine andere Nüanzirung zu geben. Diese Nüanzirung ist diejenige, welche der gefärbte Niederschlag (S. 372) durch dieselbe Behandlung mit einer Säure oder einem Alkali erhalten würde. In der Regel werden die aus adjektiven Pigmenten dargestellten Farben durch Säuren

lichter, und mehr ins Gelbe ziehend, das entgegengesetzte erfolgt durch Alkalien, ja selbst schon durch Auswaschen in Wasser, das kohlensauren Kalk enthält (Brunnenwasser). So geht die mit Kochenille auf Alaun hervorgebrachte Farbe durch Schönen mit Weinstein oder Zitronensäure ins Scharlachrothe; die Scharlachfarbe durch Schönen mit Alkali in karmesinroth; das mit Berlinerblau gefärbte Zeug erhält durch Ammoniak einen violetten Stich (Bd. II. S. 226) u. dgl. Zuweilen dient das Schönen als Theil der Färbung, zur Hervorbringung einer zusammengesetzten, oder anders nüanzirten Farbe, z. B. wenn das in Kochenille oder Krapp ausgefärbte Zeug noch in einem Bade von Eisenvitriol herumgenommen wird. Bei der Färbung der Seide ist dieses häufig der Fall, da mehrere vegetabilische Pigmente, die man zu derselben verwendet, durch Säuren oder Alkalien die Farben verändern; so wird die mit dem Solanum guineense (Bd. II. S. 230) violett ausgefärbte Seide durch Schönen mit Zitronensäure roth, durch Schönen mit reinem Alkali grün, mit Alaunauflösung geschönt blau. In andern Fällen dient das Schönen zur Wegschaffung solcher zugleich mit dem Pigmente auf dem Zeuge befestigten Stoffe, welche der Lebhaftigkeit oder Feinheit der Farbe Eintrag thun. Dieß geschieht zumahl beim Färben der Baumwolle mit Krapp, wo durch Kochen in Seifenwasser nach dem Färben diejenigen Stoffe, welche weniger fest, als das reine Pigment selbst, mit dem Zeuge verbunden sind, weggeschafft werden.

Die Fähigkeit einer Farbe, durch die Operation des Schönens mehr oder weniger verändert zu werden, steht mit der Echtheit oder Festigkeit derselben in Verbindung. Man theilt die Farben in echte oder unechte, je nachdem sie den Einflüssen des Lichtes, der Luft, der Säuren und Alkalien mehr und weniger widerstehen. Eine genaue Gränzlinie findet dabei nicht Statt; auch sind die Bedingnisse der Echtheit nach der Verschiedenheit des gefärbten Stoffes verschieden: für Wolle und Seide fordert man für die Echtheit der Farbe ihre Unveränderlichkeit an der Luft und am Lichte; bei Baumwollenzeugen außerdem noch die Haltbarkeit gegen Alkalien, besonders beim Waschen mit Seife. Das Licht wirkt auf die Pigmente auf ähnliche Weise, wenn gleich langsamer und schwächer, wie das Chlor, nämlich oxydirend und

dadurch ausbleichend (Bd. II. S. 394); keine Farbe widersteht gänzlich dieser Einwirkung, und in diesem Sinne gibt es keine vollkommen feste Farbe, da selbst der Indig und das feste Krapproth auf Baumwolle derselben nachgibt. Der Grad der Festigkeit der Farbe hängt theils von der Natur des Pigments, theils von der Vorbereitung des Zeuges durch die Beitze, theils von der Natur des Stoffes selbst ab, welcher das Pigment aufnimmt. Einige Pigmente sind ihrer Natur nach durch äußere Einflüsse leicht veränderlich, wie die Pigmente des Brasilienholzes, des Blauholzes; sie verändern sich daher auch leicht auf der Beitze, mit welcher sie mit dem Zeuge in Verbindung sind; obgleich unter den verschieden gefärbten Niederschlägen, welche aus demselben Pigmente durch verschiedene Beitzen erhalten werden, öfters einige die anderen an Festigkeit übertreffen. So ist das mit einer Eisenbeitze aus Blauholz erhaltene Schwarz haltbarer, als das aus demselben Pigment mit Kupfervitriol erhaltene Blau. Die Festigkeit der Farbe hängt also auch von der Festigkeit der Verbindung ab, in welcher das Pigment mit dem basischen Salze der Beitze in dem Zeuge sich verbindet. Einige verlassen diese Verbindung nur sehr schwer, wie das Krapp-Pigment; andere leicht, wie die gelben Pflanzenpigmente, und überhaupt jene von gerbestoffartiger Beschaffenheit (S. 368). Das basische Salz bleibt dabei unverändert mit dem Zeug verbunden, und ein solches an Luft und Licht ausgebleichtes Zeug, kann daher ohne neue Anbeitzung neuerdings Farbe annehmen. Bei gemischten Farben behalten die einzelnen Farben den Grad der Haltbarkeit, der ihnen unter denselben Umständen für sich zukommt. So verliert sich bei einem aus Indig und Gelbholz hergestellten Grün das gelbe Pigment allmählich unter Umständen, die das Ausbleichen begünstigen, während das Blau zurück bleibt.

Mit der Haltbarkeit der Farben steht die Fähigkeit derselben, sich von dem Zeuge wieder abziehen zu lassen, im Verhältnisse, eine Operation, die zuweilen vorgenommen wird, um das Zeug mit einer neuen einfachen Farbe zu versehen. Auf Wolle geht diese Operation nur bei sehr flüchtigen Farben an, weil dieser Stoff von Alkalien und Säuren zu leicht angegriffen wird: ist ein Umfärben derselben nöthig, so setzt man lieber eine neue pas-

sende Farbe auf, um eine neue gemischte Farbe zu erzeugen. Meistens findet sie bei der Seide und bei der Baumwolle Statt, da letztere sich ohne Nachtheil der Bleichung mit Chlorwasser oder einer Chlorkalkauflösung unterwerfen läßt, welcher kein Pigment widersteht. Man wendet dabei Säuren oder Alkalien an, nach der Beschaffenheit der Färbung. Ist z. B. die Seide mit Orlean gelb, oder mit Saflor roth, oder mit schwefelsaurem Indig blau gefärbt, so läßt sich die Farbe mit Pottaschenauflösung ausziehen; ein mit Kupfervitriol und Blausalz dargestelltes Blau verschwindet durch Behandeln mit verdünnter Schwefelsäure, und nachheriges Bleichen in schwefeliger Säure. Durch das Chlor verschwinden auf der Baumwolle alle vegetabilischen Pigmente, welche zu deren Färbung angewendet werden; am meisten widersteht das echte Krapproth. Um die im Zeuge rückständige Beitze wegzunehmen, ist das Behandeln derselben mit verdünnter Schwefelsäure erforderlich. Schwieriger ist die Wegschaffung eines Grundes von Eisenoxyd, wenn die Zeuge auf einen solchen gefärbt waren: in diesem Falle müssen sie in einem mit Weinstein und der Hälfte seines Gewichtes Schwefelsäure versetzten Bade gereinigt, und dann gut ausgewaschen werden. Mit diesen Operationen des Abziehens steht das Fleckenausbringen in Verbindung, von welchem in einem eigenen Artikel die Rede seyn wird.

II. Vorbereitung der Zeuge.

Die Stoffe oder Zeuge, welche den Gegenstand der eigentlichen Färberei ausmachen, sind die Wolle, Seide, Baumwolle und Leinen (aus Flachs oder Hanf). Die Kenntniß der Natur dieser Stoffe und die Art ihrer Vorbereitung ist für den Färber ebenfalls wichtig, da die Schönheit und Lebhaftigkeit der Farbe größtentheils mit von dieser Vorbereitung abhängt.

Die Wolle (gewöhnlich Schafwolle) besteht aus feinen Haaren, die dieselbe chemische und physische Beschaffenheit haben, wie die Haare der Thiere überhaupt. Sie bilden eine feine, mit den Organen zur Ernährung des Haares ausgefüllte Röhre von einer durchscheinenden hornartigen Substanz. Man glaubt überdieß, daß ihre Oberfläche aus spiralförmig über einander liegen-

den Schuppen gebildet sey, in der Richtung von der Wurzel gegen die Spitze, weil ein Haar, wenn man es an der Spitze zwischen die Nägel zweier Finger klemmt, und dann durchzieht, ein Geräusch verursacht, während es sich in der entgegengesetzten Richtung glatt durchzieht. Es kann dieser Erfolg unterdessen auch in der konischen Gestalt des Haares und der dadurch nach der einen Richtung bewirkten größern Reibung gegründet seyn; wenigstens ist unter einer starken Vergrößerung von jenen Schuppen nichts bemerkbar. Wenn wir daher auch diese besondere Konstruktion, welche allerdings das leichtere Eindringen des Farbestoffes begünstigen würde, nicht berücksichtigen; so muß das Färben der Haare erfolgen, sowohl durch die Färbung der äußeren hornartigen Fläche, auf dieselbe Art, als die Oberfläche eines Federkiels gefärbt wird, als auch durch das Eindringen des Farbestoffes in die Röhre des Haares selbst, welches nach dem Gesetze der Haarröhrchenwirkung durch die Anziehung seiner Substanz auf das Pigment und die Beitze bewirkt, und durch die höhere Temperatur unterstützt wird. Die mehr oder minder vollständige Ausfüllung des Haarröhrchens, dessen Wände durchscheinend oder durchsichtig sind, mit dem Pigment scheint einen nicht unwesentlichen Theil der Färbung bei der Wolle auszumachen; und daraus erklärt sich: warum sich Wolle leichter und unter denselben Umständen fester färbt, als alle übrigen Stoffe, so daß manche adjektiven Pigmente, welche mit Seide und Baumwolle ohne Beitzmittel gar keine Farbe geben, dennoch die Wolle, wiewohl weniger dauerhaft, zu färben im Stande sind; warum bei dem Färben der Wolle in der Regel immer eine höhere Temperatur angewendet werden muß; warum die auf der Wolle befestigten Farben dem Ausbleichen durch Luft und Licht mehr widerstehen, als jene auf der Seide und Baumwolle; warum endlich die von kranken oder aus Krankheit gestorbenen Thieren genommene Wolle, deren Oberfläche doch keine Veränderung erlitten hat, deren Haarröhrchen jedoch wahrscheinlich durch das erhärtete Fett verstopft sind, weniger zum Färben tauglich ist. Die Färbung der hornartigen Oberfläche selbst erfolgt hauptsächlich durch die auf die Substanz eingreifende Wirkung der Beitzen, welche durch die Anziehung dieser Substanz zu den Säuren und

den basischen Salzen unterstützt wird, da diese Körper leicht auf die Wolle wirken, und eine seifenartige Verbindung herzustellen suchen. Die Säuren im Besondern greifen die Oberfläche der Wollhaare an, ohne sie aufzulösen, wodurch die Befestigung der durch die Salze mit den Pigmenten bewirkten gefärbten Niederschläge begünstigt wird. Die Salpetersäure färbt selbst die Wolle, so wie die Seide, Federkiele, Horn rc. gelb, durch eine eigenthümliche Veränderung der Substanz.

Die Wolle wird als Scherwolle, oder als Garn, oder als Zeug und Tuch dem Färben unterworfen. Die rohe Wolle ist mit einer fettigen Substanz (dem Schweiße oder Wollenfett) versehen, die nebst etwas Fett größtentheils aus einer natürlichen Seife besteht, deren Grundlage Kali ist. Sie muß vor dem Färben davon gereinigt werden, welches dadurch geschieht, daß man sie in Wasser einweicht, das mit dem vierten Theile seines Gewichts gefaultem Urin vermischt ist, und sie mit einem Stocke gut umrührt, während man die Flüssigkeit so weit erhitzt, daß man kaum die Hand in derselben halten kann (etwa 45° R.). Nach einer Viertelstunde nimmt man die Wolle aus dem Kessel, läßt sie abtropfen, und wäscht sie am Flusse in großen Körben, bis das Wasser klar davon abläuft. Das in dem Kessel gebliebene Wasser wird neuerdings auf dieselbe Art gebraucht, indem man von Zeit zu Zeit gefaulten Urin zusetzt. Statt des Urins kann das Wasser auch mit etwas Seife versetzt werden (Bd. II. S. 428); der Urin wird jedoch vorgezogen, da das Ammoniak das Wollenhaar nicht angreift. Die rohe Wolle verliert durch diese Operation 25 bis 30 Prozent am Gewichte. Auf dieselbe Art reinigt man auch das Wollengarn von dem während des Verspinnens aufgenommenen Fette, oder leichte wollene Zeuge, welche nicht gewalkt werden. Tücher werden bei dem Walken mit Walkererde oder Seife von dem Fette befreit. Die Wolle in Flocken oder als Scherwolle gefärbt, nimmt bedeutend mehr, etwa um den vierten Theil, Pigment auf, und Wollengarn um den fünften Theil mehr als Tuch, da dort jedes einzelne Wollhaar dem Färben unterworfen ist, während diese bei dem letzteren fest über einander liegend, sich wechselweise vor dem Eindringen des Pig-

mentes schützen, so daß feine Tücher, im Stücke gefärbt, in der Mitte des Schnittes selbst weiß bleiben.

Es ist bereits oben erinnert worden, daß das Beitzen und Färben der Wolle immer heiß geschieht. Das Hauptbeitzmittel für Wolle ist Alaun mit Weinstein; um das Eindringen dieser Salze in die Wollgarne vollständig zu bewirken, ist ein Ansieden von zwei Stunden erforderlich; die Farbbäder werden ebenfalls sedend heiß eine bis zwei Stunden lang, je nach der Natur der Farbe und der Sättigung, gegeben. Auf ein Pfund Tuch wird zur vollen Sättigung ein Viertelpfund Alaun gerechnet.

Von dieser bedeutenden Quantität des Salzes kommt natürlich nur ein geringer Theil als eigentliches Beitzmittel in Wirksamkeit; da jedoch, um jeden einzelnen Theil der Wolle mit der Salzauflösung von einer bestimmten Konzentrirung zu imprägniren, das ganze Bad diesen Grad der Sättigung haben muß, das Volum dieser Auflösung oder des Bades aber sich nach dem Volume des zu färbenden Zeuges richtet: so muß natürlich die Auflösung weit mehr Salz enthalten, als nöthig wäre, wenn dieses, wie in der Kattun-Druckerei, durch örtliche Applikation in der nöthigen Konzentrirung in das Zeug gebracht würde.

Die Seide ist gleichfalls eine thierische Substanz, die mit der Wolle in ihrem chemischen Verhalten in mehreren Stücken übereinkommt, in anderen von ihr abweicht. Sie ist, wie diese, im kaustischen Kali auflöslich; von konzentrirter Säure wird sie stärker angegriffen als Wolle. Sie ist mit einem gummiharzigen Firnisse überzogen, der vor dem Färben durch das Entschälen weggenommen werden muß, wozu das Verfahren bereits in dem Art. »Bleichkunst«, S. 434, beschrieben worden ist. Rücksichtlich des Grades der Anziehung zu den Pigmenten steht die Seide mit der Wolle, bei der gleichen Beschaffenheit ihrer Substanz, zwar auf derselben Stufe, aber sie färbt sich durch dieselben Prozesse weniger dauerhaft als die Wolle was man der Verschiedenheit der physischen Konstruktion des Fadens zuschreiben muß, der als eine einfache Faser Ähnlichkeit mit der Faser der Baumwolle und des Leinens hat. Die Alaunung der Seide wird kalt vorgenommen, da in der Hitze die Säure der Salze leicht die Substanz derselben angreift, und ihren Glanz schwächt.

Die Baumwollen-, so wie die Flachs- und Hanffaser, welche das Material zu dem Baumwollen- und Leinengarn, den Baumwollen- und Leinenzeugen liefern, ist als vegetabilischer Stoff in ihrem chemischen Verhalten, folglich auch in ihrem Verhalten im Färbeprozesse, von der Wolle und Seide verschieden; sie werden von den Säuren leichter angegriffen und aufgelöst, als Wolle und Seide, widerstehen aber der Einwirkung der Alkalien weit mehr als diese, so daß sie sogar mit kaustischen Laugen behandelt werden können, ohne merkliche Veränderung zu erleiden. Die Baumwolle ist jedoch gegen die Säure, zumahl gegen die Einwirkung des Chlors und seiner Verbindungen, etwas weniger empfindlich als die Flachsfaser, was in ihrer physischen Konstruktion als vegetabilisches Haar, die mit jener des thierischen Haares einige Ähnlichkeit hat, zu liegen scheint. Baumwolle und Leinen färben sich schwerer als Wolle und Seide, die Baumwolle aber leichter als Leinen.

Beide Stoffe werden entweder als Garn oder in Zeugen gewebt der Färbung unterworfen. Um die Baumwolle zum Färben vorzubereiten, muß sie sowohl von dem der Faser anhängenden Firnisse, als auch von dem bei dem Spinnen und Weben hineingebrachten Fette und anderem Schmutze befreit werden. Dieses geschieht, indem man sie vier bis fünf Stunden lang in einer schwachen ätzenden Soda- oder Kalilauge, die einen Grad B. zeigt, kochen läßt: man beendigt das Sieden, wenn die Baumwolle von selbst im Kessel untersinkt; dann zieht man sie heraus, läßt sie abtropfen, wäscht sie in fließendem Wasser aus, ringt sie aus und trocknet sie. Baumwollenzeuge werden zuerst entschlichtet, und dann mit der Pottaschenlauge behandelt, wie dieses bereits umständlich in dem Art. »Bleichkunst«, S. 420, angegeben worden ist In den meisten Fällen, zumahl für lichte Farben, unterwirft man sie vorher auch noch der Chlorbleiche. Beim Färben der baumwollenen Zeuge ist eine vollständige und genaue Reinigung nach der beschriebenen Weise erforderlich, damit die Farbe gleichförmig ausfalle.

Um die Beitze und sonach das Pigment mit der Baumwolle fester und in größerer Menge zu verbinden, als das außerdem möglich wäre, wird in mehreren Fällen, im Besondern für die

Färbung des Krapproths, die Gallirung angewendet (S. 377), die dem Alaunen vorhergeht. Man verfährt dabei auf folgende Weise. Die grob gestoßenen Galläpfel (3 bis 4 Unzen auf ein Pfund Baumwolle) werden in einen kupfernen Kessel mit etwa 100 W. Maß Wasser (auf 100 Pfund Baumwolle) gebracht und gekocht, bis sich die Galläpfel leicht mit den Fingern zerquetschen lassen; dann läßt man die Flüssigkeit etwas abkühlen, und seihet sie durch ein nur zu diesem Gebrauche bestimmtes Haarsieb. Ist das Bad so weit abgekühlt, daß man die Hände kaum darin halten kann, so gießt man einen Theil davon in ein anderes Gefäß, und arbeitet die Baumwolle darin gut durch, so daß sie gleichmäßig mit dem Gallusabsud durchdrungen wird. Man ringt sie dann mit den Händen oder an dem Karvilirstocke gut aus, und hängt sie dann, wenn das Wetter gut ist, in freier Luft, oder wenn es feucht und regnerisch ist, auf einem Hängeboden auf. In den Rest des Bades schüttet man eine neue Portion des Absudes, und bearbeitet darin eine neue Portion Baumwolle u. s. f.

Auf dieselbe Weise wendet man statt der Galläpfel den Sumach oder Schmack an, nur nimmt man davon an Gewicht doppelt so viel, als von Galläpfeln, und läßt das Bad nicht kochen, sondern infundirt den Schmack bloß mit heißem Wasser. Auch kann man Galläpfel und Schmack zugleich anwenden, indem man die Bäder davon abgesondert bereitet, und sie dann vor dem Gebrauche zusammen mengt.

Auf das Galliren folgt das Alaunen, wobei man meistens 3 bis 4 Unzen Alaun auf ein Pfund Baumwolle rechnet. Man löst den Alaun in heißem Wasser auf, und läßt das Bad abkühlen, oder versetzt es mit kaltem Wasser, bis es nur lauwarm ist, oder eine Temperatur von 25 bis 30° R. hat, und bearbeitet die gallirte Baumwolle darin. Eine höhere Temperatur muß dabei vermieden werden, weil sich sonst der Gerbestoff aus der Baumwolle in das Bad ziehen, und dadurch eine weniger gleichförmige Färbung entstehen würde. Statt des Alauns wird auch, wie schon oben erinnert, besonders wenn eine möglichst gesättigte Färbung erreicht werden soll, die mit etwas Pottasche versetzte Alaunauflösung oder die essigsaure Thonerde angewendet. Bei der Anwendung der letzteren darf man die Temperatur des Bades

nicht über 20° R. erhöhen. Nach dem Alaunen wird die Baumwolle getrocknet, und dann sorgfältig ausgewaschen, um denjenigen Theil des Alauns wegzuschaffen, der nicht mit dem Zeuge verbunden ist (S. 375). Zuweilen wird das Alaunen zwei auch drei Mahl wiederhohlt. Eine noch zusammengesetztere Vorbereitung der Baumwolle, um sie zur Aufnahme des Krapp-Pigments geschickter zu machen, findet bei der Türkischrothfärberei Statt, welche in dem Art. »Rothfärben« beschrieben wird.

Für Leinen aus Flachs oder Hanf, oder für die Faser ähnlicher Vegetabilien findet ganz dieselbe Vorbereitung, wie für die Baumwolle, Statt. Das Reinigen oder Bleichen dieser Stoffe wird nach der in dem Art. »Bleichkunst« angegebenen Weise bewirkt, wobei der Grad der Weißmachung von der Farbe abhängt, die dem Zeuge gegeben werden soll. Es findet dann bei denselben das Galliren und Alaunen auf dieselbe Weise Statt, wie bei der Baumwolle.

III. Technischer Betrieb.

Über das Technische der Färberei ist noch Folgendes zu bemerken. Eine Färbeanstalt, die mehr ins Große geht, hat, wie viele andere Fabrikationszweige, die ökonomischen Vortheile der Vertheilung der Arbeit, durch welche jeder einzelne Arbeiter für seine spezielle Beschäftigung geschickter und schneller wird, ferner der Leichtigkeit, Materialien, die für den einen Zweck unbrauchbar geworden sind, noch für einen andern zu verwenden. So können Galläpfel, die zur Gallirung der Seide gedient haben, noch für einen ähnlichen Zweck für Wolle und Baumwolle verwendet werden; ein für eine erste Operation schon größtentheils ausgezogener Farbestoff kann noch nach Zuthat neuer Ingredienzien für andere Zeuge gebraucht werden u. dgl. Das Färbehaus soll geräumig und luftig seyn, und hinreichendes Licht haben, und wo möglich an einem fließenden Wasser liegen, auf jeden Fall aber mit einem wasserreichen Brunnen versehen seyn; der Boden desselben sey mit flachen Steinen und den nöthigen Rinnen zum Ablaufe der Flüssigkeiten versehen, damit immer Alles so reinlich als möglich gehalten werde. Die Blauküpen (Art. Blaufärben) müssen sich an einem abgesonderten Orte befinden, und zwar die

warmen Küpen getrennt von den kalten, weil erstere in einem höheren Wärmegrade erhalten werden müssen, und diese höhere Temperatur für letztere unnöthig und selbst schädlich wäre. In dem Lokale der kalten Küpen, oder daran stoßend, kann man auch die im Vorrathe erhaltenen Beitzen und Färbebrühen aufstellen, nämlich die Rothholzbrühe, die essigsaure Eisenbeitze oder die Schwarztonne u. s. w.

Die Beschaffenheit und Form der Kessel, welche zum Anbeitzen und Ausfärben dienen, richten sich nach der Natur des Färbeprozesses, und ihre Größe nach der Menge des Zeuges, welches auf ein Mahl bearbeitet wird. In der Regel sind diese Kessel rund und gehörig tief; nur bei einigen Farbeoperationen, wo eine geringe Temperatur angewendet wird, wie bei der Seide, gibt man ihnen eine ovale Form, um das Zeug besser darin bearbeiten zu können. Mit Ausnahme von Scharlach und einigen andern zarten Farben, deren Glanz und Nüanze durch Zinnauflösung bedingt wird, und wozu zinnerne Kessel genommen werden, sind die Farbekessel in der Regel von Kupfer oder von Messing. Das letztere Metall ist vorzuziehen, zumahl für kleinere Gefäße, in welchen mehr kalt grarbeitet wird, weil es sich reinlicher hält als Kupfer, von den Beitzen weniger angegriffen wird, und daher auf dem Zeuge weniger Flecken macht. Für die Schwarzfärberei können auch eiserne Kessel in Anwendung kommen. Statt der kostspieligen und bei nicht sorgfältiger Behandlung durch das Feuer leicht zerstörten zinnernen Kessel können auch kupferne Kessel angewendet werden, auf deren Boden von innen eine Zinnplatte aufgelöthet wird (Bd. I. S. 368); oder solche, deren Boden oder unterer Theil, so weit er dem Feuer ausgesetzt ist, aus Kupfer, der obere zylindrische Theil hingegen, welcher an der Herdmauer anliegt, aus Zinn besteht. Jeder Kessel wird auf einem eigenen Feuerherde aufgestellt, der gehörig eingerichtet wird, um das Feuer nach Belieben regieren, auch absperren zu können. Für manche Zwecke, besonders in der Baumwollen- und Seidenfärberei, können auch mit Vortheil die Wasserdämpfe zur Heitzung angewendet werden, entweder indem sie von außen die Kesselwand bestreichen, oder indem sie in die Flüssigkeit selbst eintreten, und letztere erwärmen, in welchem

Falle das Gefäß auch von Holz hergestellt seyn kann (Bd. III. S. 511). Eben so kann die Ausziehung des Pigments aus Farbhölzern durch Dampf Statt finden (Bd. II. S. 220). Es ist von Wichtigkeit, daß die Kessel immer sehr rein gehalten werden. Über jedem Kessel befindet sich ein in der Mauer oder an einem Balken horizontal befestigter Stock (Ringstock, Karvilirstock), der zum Auswinden der Strähne über dem Farbkessel dient. Zum Färben der Zeuge in Stücken befindet sich über dem Kessel ein Haspel (dessen Achse auf zwei in der Kesselmauer befestigten, 1½ Fuß hohen eisernen Stäben liegt), auf welchem das in der Farbeflotte befindliche Zeug bald nach der einen, bald nach der andern Richtung durchgehaspelt wird, damit alle Theile des Zeuges gleichmäßig mit dem Farbebade und mit der Luft in Berührung kommen. Wird Wolle in Flocken gefärbt, so stellt man über dem Kessel ein hölzernes Gitter horizontal auf, um die Wolle, wie man sie mit Stöcken aus dem Bade nimmt, darauf zu legen, und in Berührung mit der Luft abtropfen zu lassen. Färbt man Wolle oder Seide als Garn oder in Strähnen, so reiht man diese auf Stöcke (Färbestöcke), führt sie mit diesen in dem Bade herum, und ringt sie dann an den Karvilirstöcken aus.

Die Farbebäder in den Kesseln werden je nach der Natur des Färbestoffes und des zu färbenden Zeuges bei sehr verschiedenen Temperaturen bereitet, wie schon oben erinnert worden. Die zerkleinerten Farbehölzer werden abgekocht, und um dabei das Durchseihen des Bades zu ersparen, schließt man sie in Auskochsäcke ein, die aus grober, locker gewebter, ungebleichter Leinwand bestehen. Beim Auskochen von Scharte und Wau, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, wird eine Auskochhorde angewendet, d. i. ein aus viereckigen, 2 Zoll dicken Stäben von hartem Holze, welche 3 Zoll von einander kreuzweise über einander gelegt, und nach der Größe des Kessels mit einem achteckigen Rande umgeben sind, bestehendes Gitter; mit diesem wird das Farbematerial im Kessel niedergedrückt gehalten. Bevor man die Zeuge, zumahl die Wolle, in den Kesseln zum Ansieden, oder wenn dieses nicht nöthig war, in das (aus einem substantiven Pigmente bestehende) Färbebad

bringt, müssen sie vorher erst mit Wasser durchweicht und benetzt werden, damit sie Beitze und Farbe gleichförmiger annehmen. Wollene Zeuge werden eingeweicht und mit einem Bläuel auf dem Bläuelbocke gehörig geschlagen, um alle Fasern gehörig zu benetzen, da die Wolle das Wasser nicht so leicht annimmt.

Sind die Zeuge gefärbt, so werden sie ausgewaschen und getrocknet. Wollene Zeuge läßt man nach dem Waschen abträufeln, da sie dadurch das Wasser schnell verlieren; baumwollene Zeuge werden ausgerungen oder ausgepreßt (s. Art. Auspreßmaschine). Das Ausringen oder Auswinden geschieht entweder an den über den Kesseln befindlichen, oder auch in der Nähe in der Mauer oder in einer hölzernen Säule befestigten Ringstöcken, über welche die Garnsträhne geschlagen, und mit einem dazu gehörigen Ringholze zusammengedreht werden. Eine zweckmäßige Vorrichtung dieser Art ist in Bd. I., S. 382 beschrieben. Das Trocknen geschieht bei gutem Wetter an freier Luft (zumahl bei Wollenzeugen, die schnell trocknen), bei ungünstiger Witterung in einer Trockenstube oder einem Hängeboden (s. Art. Aufhängmaschine). Wollenzeuge werden nach dem Trocknen gepreßt; Baumwollenzeuge gehen durch die Kalander (s. Art. Appretur).

Beim Färben der Seide, was in der Regel immer in Strähnen Statt findet, muß wegen der größtentheils sehr zarten und zum Theile leicht veränderlichen Farben, in der Reinlichkeit der Gefäße und der Behandlung die größte Sorgfalt angewendet werden. Die angebeitzte Seide wird in der Regel nicht ausgewaschen, um die Beitze nicht zu schwächen, sondern nach dem Beitzen und Auswinden gleich in das Farbebad gebracht: auch das Auswaschen nach dem Färben geschieht mit Behutsamkeit. Nach dem Ausringen an den Ringpfählen, welches hier stärker als bei der Baumwolle geschieht, wird sie sogleich getrocknet, und zwar so schnell als möglich, damit ihre Farben durch ein längeres Aussetzen an der Luft im nassen Zustande nicht leiden. Man hängt sie daher mittelst der Trockenstöcke, auf welche die Strähne gereiht sind, in einem luftigen Trockenboden auf, oder bei ungünstigem Wetter in einer geheitzten luftigen Trockenstube. Nach dem Trocknen erhält sie die letzte Zurichtung durch das

Karviliren. Nachdem nämlich an einem Karvilirstocke die einzelnen Strähne nach und nach ausgespannt und mit der Hand ausgeglichen worden sind, um die bei dem Färben verwirrten Fäden in Ordnung zu bringen, werden sie mit den Ringhölzern stark zusammengedreht, um den Fäden eine starke Spannung zu geben. In der Nähe des Fensters der Karvilirstube (die sich neben der Trockenstube befindet) ist nämlich eine starke Säule in der Wand befestigt, in welcher ein viereckiges Loch angebracht ist, in welches das viereckige Ende einer Anzahl von Ringpfählen aus sehr glattem und hartem Holze, deren anderes Ende mit einem Knopfe versehen ist, paßt; zu jedem dieser Ringpfähle oder Ringstöcke gehört ein Ringholz, um damit das eine Ende der Strähne zu fassen, während das andere über den Ringpfahl gehängt ist. Man hängt nun ein Pfund Seide auf diesen Pfahl, ringt sie zwei Mahl, knebelt sie dann mit dem Ringpfahle und dem Ringholze fest zusammen, zieht dann den Ringpfahl aus der Säule, und stellt dann diesen Knaul auf die Seite. Auf dieselbe Art verfährt man mit der übrigen Seide, indem man sie mit anderen Ringstöcken zusammenknebelt. In diesem Zustande läßt man sie 12 Stunden lang liegen, steckt dann die Ringpfähle einzeln nach einander wieder in das Loch der Säule, und dreht die Strähne los. Durch diese Behandlung erhält die Seide den gehörigen Glanz.

Von der ersten Vorbereitung des zu färbenden Zeuges an durch die Operationen des Anbeitzens und Ausfärbens hindurch ist, wie schon erwähnt, ein häufiges und sorgfältiges Auswaschen erforderlich; daher für die Färberei die hinreichende Menge eines gehörig reinen Wassers ein wesentliches Bedürfniß ist. Um diese Manipulationen nicht ohne Noth zu verlängern, und dadurch an Zeit und Arbeit zu verlieren, ist ein fließendes Wasser nothwendig, das hinreichend rein seyn muß, damit die gebeitzten oder gefärbten Zeuge nicht mit fremden Stoffen verunreinigt werden, und das dabei hinreichend schnell fließt, um die abgewaschenen Farbetheile schnell von dem Zeuge wegzuführen. Das Auswaschen des angebeitzten Zeuges kann auch in stagnirendem und nur langsam abfließendem Wasser geschehen, da hier nur der Zweck ist, das mit dem Zeuge nicht gehörig verbundene Beitzmit-

tel wegzuwaschen, und dieses besser und gleichförmiger in ruhigerem als in schnell fließendem Wasser geschehen kann. Aber zum Auswaschen der Zeuge nach dem Färben ist schnell fließendes Wasser am wirksamsten, da es die nicht verbundenen Färbetheile gänzlich wegschafft, so daß die Farbe in ihrer ganzen Reinheit erscheinen kann. Diese Beschleunigung der Wasserströmung, durch welche die Operation des Waschens sehr befördert wird, läßt sich oft dadurch erreichen, daß man den Bach oder den von dem Flusse hergeführten Kanal vor seinem Eintritte in die Färberei so weit horizontal führt, um ein Gefälle von einem oder zwei Fuß einzubringen, mittelst dessen er in einem geneigten Gerinne, das dann zum Auswaschen dient, schnell in den um so viel tiefer liegenden Abzugskanal abfließt.

Was die Reinheit des Wassers betrifft, die für den Färbeprozeß nöthig ist, so muß man da nach der Verschiedenheit der Färbung unterscheiden. Wasser, welches eine bedeutende Menge kohlensauren Kalkes oder auch Kalksalpeters, oder gar Eisenvitriol enthält, ist sowohl zur Bereitung des Farbeauszugs, als zum Auswaschen der Zeuge, vor und nach dem Färben, untauglich, welche mit lichten und feinen Farben gefärbt werden; desgleichen zur Bereitung der Seifenbäder, da dadurch eine unauflösliche Kalkseife entsteht, die sich an das Zeug anhängt, und an einzelnen Stellen das Eindringen der Beitze und Farbe hindert; eben so zur Anwendung bei dem Galliren und Alaunen der Baumwolle, da der durch den gallirten Grund ausgeschiedene Kalk die nachfolgende Farbe verschlechtert. Dagegen ist kalkhaltiges Wasser für die dunkleren und zusammengesetzten Farben unschädlich, obgleich überhaupt das mit kohlensaurem Kalk gesättigte Wasser, wie das meiste Brunnenwasser, auch wenn es keine Veränderung des Pigments bewirkt, doch immer ein weniger wirksames Auflösungsmittel ist, als reines Wasser. Auch Fluß- oder Bachwasser, das gerade keine Salze aufgelöst enthält, aber sehr fein zertheilte Eisenoxydtheile schwebend mit sich führt, ist zu feinen Farben nicht geeignet. In diesem Falle wird es nothwendig, das Wasser durch eine nach Art eines Filters eingerichtete, mit Schotter und grobem Sande ausgefüllte Zisterne laufen zu lassen, in welcher es die schwebenden Theile absetzt (s. Art. Filtriren).

Besonders wichtig ist es, in den meisten Fällen, sowohl zum Anbeitzen als zur Bereitung der Farbebäder kein kalkhaltiges Wasser anzuwenden. Um ein solches Wasser brauchbar zu machen, muß man eine wasserdicht ausgemauerte Zisterne von etwa 4 Fuß im Würfel anlegen, die unten über dem Boden mit einer Öffnung zum Einfließen des Wassers, dessen Menge durch eine von außen angebrachte Schütze regulirt werden kann, und am oberen Rande mit einer Rinne oder einer Röhre zum Abfließen desselben versehen ist. Die Zisterne wird mit abwechselnden Schichten von Schotter und Beinkohle, oder auch Holzkohle gefüllt. Indem das Wasser von unten eintritt, und durch diese Schichten aufwärts steigt, fließt es oben hinreichend gereinigt ab. Von Zeit zu Zeit wird durch einen größeren Zufluß des Wassers, indem die untere Schütze für einige Zeit ganz geöffnet wird, die Zisterne ausgespült und von dem abgesetzten Schlamme gereinigt.

Auf chemische Weise läßt sich das harte, d. i. kohlensauren Kalk aufgelöst enthaltende Wasser dadurch brauchbar machen, daß man demselben, nachdem es im Kessel zum Sieden gekommen ist, auf 180 Pfund Wasser eine Auflösung von 1½ Unzen Pottasche mit ½ Unze Seife zusetzt, und die auf die Oberfläche steigende geronnene Masse von Kalkseife mit einem Schaumlöffel abnimmt. Denselben Zweck erreicht man, wenn man das in einer Kufe stehende harte Wasser mit Kalkwasser (etwa ⅙ des Wassers) oder mit Kalkmilch, die für 200 Pfund Wasser etwa 12 Loth reinen Kalk enthält, versetzt; es setzt sich dann allmählich der ausgeschiedene kohlensaure Kalk zu Boden. Gewöhnlich bereitet man sich in den Färbereien zu diesem Zwecke das sogenannte Sauerwasser, indem man Kleie im Wasser gähren läßt. In eine Kufe mit etwa 50 Eimern Wasser werden beiläufig 15 Metzen Kleie gethan. Unterdessen bringt man in einem großen Kessel Wasser bis zum Sieden, und gießt dann dieses siedendheiße Wasser in die Kufe, um das Wasser in der letzteren auf etwa 25—30° R. zu erwärmen. Die saure Gährung fängt dann bald an, und nach 24 Stunden kann die Flüssigkeit zum Gebrauche verwendet werden. Das auf diese Art zubereitete Wasser bildet beim Kochen keinen Niederschlag, indem der kohlensaure Kalk in essigsauren Kalk verwandelt worden ist.

Der Herausgeber.

F a r b e n.

Unter **Farben** werden hier die Anstreich- und Mahlerfarben, nämlich diejenigen Pigmente oder farbigen Körper verstanden, welche dazu dienen, eine Fläche ohne Beihülfe höherer Wärme mit einem farbigen Überzuge zu versehen (s. Art. Anstreichen). Von den Email- oder Schmelzfarben, welche dazu dienen, gewissen Körpern in der Schmelzhitze einen glasigen gefärbten Überzug zu geben, ist unter dem Artikel »Emailfarben« die Rede gewesen.

Die Farben, welche zum Anstreichen und Mahlen verwendet werden, werden im fein zerriebenen oder zertheilten Zustande mit einer Flüssigkeit gemengt oder angemacht, und in diesem breiartigen Zustande mittelst Pinsel auf die zu färbende Fläche aufgetragen. Diese Flüssigkeit ist entweder Wasser, und dann bleibt nach dem Austrocknen oder dem Verdunsten des Wassers auf der Fläche eine dünne Schichte der angewendeten Farbe oder des Pigments zurück; oder sie ist Wasser mit Leim, Gummi oder ähnlichen schleimigen Substanzen vermischt, und dann bleibt die Farbe mit dem ausgetrockneten Leime, Gummi oder Schleim, Zucker, Honig ꝛc. verbunden auf der Fläche haften; oder sie ist eine Auflösung von Harz in Weingeist, oder in einem ätherischen Öhle, zumahl Terpentinöhl (Weingeist- oder Terpentinfirniß), und dann bleibt auf der Fläche die Farbe in Verbindung mit dem Harze als ein mehr oder weniger glänzender Überzug zurück; oder sie ist ein fettes Öhl, zumahl Leinöhl oder Leinöhlfirniß, und dann bildet nach dem Austrocknen die Farbe mit diesem Bindungsmittel einen festen, im Wasser unauflöslichen Überzug, in welchem das Pigment mit dem harzartig oder vielmehr kautschukartig gewordenen Öhle eine eigenthümliche feste Verbindung eingeht. In manchen Fällen wird als Bindungsmittel auch Milch oder Blutwasser angewendet, wo dann der in der ersten Flüssigkeit enthaltene Käse, und in der zweiten das Eiweiß sich mit den Pigmenten verbindet, und deren Befestigung bewirkt. Statt der Milch kann auch Käse, der mit Hülfe von etwas Pottasche in Wasser aufgelöst worden, verwendet werden.

Nicht alle Farben lassen sich mit diesen verschiedenen Bin-

dungsmitteln behandeln. Einige vertragen nur Wasser oder wässerige Flüssigkeiten, andere zugleich Öhl. Im Allgemeinen muß ihnen die Eigenschaft zukommen, daß sie durch das Bindungsmittel nicht wesentlich verändert werden, und daß sie leicht und vollständig mit demselben sich verbinden und zertheilen lassen. Überdieß verlangt man von den Farben Dauerhaftigkeit und eine gute Deckung der Fläche, welche letztere Eigenschaft mit ihrer feinen Zertheilbarkeit und gleichförmigen Mischung mit dem Bindungsmittel im Verhältnisse steht.

Man kann die Farben eintheilen in 1) erdige oder Oxydfarben, 2) Lackfarben, 3) Saftfarben.

I. Erdige oder Oxydfarben.

Unter diese Rubrik gehören die verschiedenen Metalloxyde und metallischen Salze, welche in der Mahlerei Anwendung finden. Diese Pigmente machen den wichtigsten Theil des Farbenvorrathes aus, und dienen sowohl für Leimfarben, als auch für Öhlfarben. Sie sind entweder natürliche oder künstliche Produkte, wenigstens in ihrer gewöhnlichen Darstellungsweise.

a) Natürliche Produkte.

Die Kreide. Zu manchem Gebrauche wird sie geschlämmt, um die feineren Theile abzusondern.

Weißer Thon, öfters Kalk- und Bittererde haltend, wie das Weiß von Meudon.

Der Ocker oder Ocher (gelber Eisenocker, Umbra, gelbe Erde), ein mit Eisenoxydhydrat gefärbter Thon (S. 43). Mäßig geglüht wird er rothbraun oder braunroth (S. 294); durch Schlämmen wird er verfeinert.

Der Bolus, ein auf dieselbe Art gelb oder braungelb gefärbter Thon, der noch Kalk- und Bittererde enthält. Durch Erhitzen wird er gleichfalls roth; der armenische Bolus ist gelbroth; der Bolus von Siena (Terra di Siena) ist bräunlich oder hellgelb, und wird durch Glühen braunroth.

Gelbes und rothes Rauschgelb (Operment und Realgar, s. Art. Arsenik, Bd I., S. 344).

Rothe Erde, ein durch Eisenoxyd rothgefärbter Thon; wohin auch die ähnlichen Eisenoxydverbindungen gehören (S. 42).

Ultramarin (s. d. Artikel).

Grüne Erde (Veroneser Erde), ein verwitterter Augit; mäßig geglüht wird sie rothbraun (gebrannte grüne Erde).

Hieher sind noch zu rechnen das Umbraun und die schwarze Kreide. Das Umbraun oder die kölnische Erde ist eine erdähnliche braune Farbe, die an mehreren Orten, zumahl am Niederrhein, auch in Sizilien (das italienische Umbraun) gegraben wird. Es ist eine etwas thonhaltige zerreibliche Erdkohle mit mehr oder weniger Eisenoxyd. Es wird durch Schlämmen von den sandigen und salzigen Theilen befreit; gebrannt wird es braunroth. Die schwarze Kreide (Zeichnenschiefer) ist ein viel Kohle enthaltender Thonschiefer.

b) Künstliche Produkte.

Von diesen ist theils in eigenen Artikeln, theils in den Artikeln der Metalle, zu welchen sie gehören, die Rede. Sie sind:

Bleiweiß (s. diesen Art.). Seltener werden auch die weißen Oxyde einiger Metalle gebraucht, als Wismuthweiß, Zinnweiß, Zinkweiß (s. d. Art. d. Metalle).

Bleigelb, Neapelgelb, Mennige (s. Art. Blei), Musivgold (s. Art. Zinn), Mineralturpeth, Zinnober (s. Art. Quecksilber).

Chromgelb, Chromgrün, Chromroth (s. Art. Chrom). Das Chromroth ist entweder chromsaures Quecksilberoxydul oder basisches chromsaures Bleioxyd (Bd. III. S. 484). Die rothe Farbe des letzteren hat nach der früheren Bereitungsart (daselbst S. 492) immer einen gelblichen Stich. Neuerlich hat man dieselbe (nach Liebig und Wöhler) verbessert, so daß dieses Salz dem feurigsten Zinnober an Schönheit der Farbe gleicht. Man bringt Salpeter bei schwacher Glühhitze zum Schmelzen, und trägt nach und nach in kleinen Antheilen reines Chromgelb hinein. Es entsteht jedes Mahl ein starkes Aufkochen, und die Masse wird schwarz, weil das basische Salz schwarz erscheint, so lange es heiß ist. Man fährt mit dem Zusatze von Chromgelb so lange fort, bis nur noch wenig Salpeter unzersetzt übrig ist, indem man dabei Sorge trägt, den Tiegel nur gelinde glühend zu erhalten, da eine starke Hitze die Farbe ins Bräunliche

zieht. Sodann läßt man den Tiegel einige Minuten lang ruhig stehen, damit sich das schwere basische Salz (Chromroth) zu Boden setze, und gießt die noch flüssige, aus chromsaurem Kali und Salpeter bestehende Salzmasse davon ab, die man nachher wieder zur Bereitung von Chromgelb verwenden kann. Die im Tiegel zurückgebliebene Masse wird mit Wasser ausgezogen, und das abgeschiedene Chromroth nach hinreichendem Auswaschen getrocknet. Es ist dabei für die Schönheit der Farbe wesentlich, daß man die Salzauflösung nicht lange über dem rothen Pulver stehen lasse, weil sonst die Farbe an Höhe verliert und mehr orangeroth wird; das fein krystallinische Pulver setzt sich jedoch wegen seiner Schwere jedes Mahl so schnell ab, daß diese Vorsicht durch rasch wiederhohltes Aufgießen von frischem Wasser leicht zu beobachten ist.

Bergblau (s. diesen Art.), Berlinerblau, Mineralblau (s. Art. Berlinerblau), Kobaltblau, Smalte, Kobaltgrün (s. Art. Kobalt).

Berggrün, Grünspan und die verschiedenen Varietäten von Kupfergrün (s. Art. Kupfergrün).

Das Englischroth oder Eisenroth (s. diesen Art.), das Kupferbraun (s. Art. Kupfer). Eine braune, dem Bolus von Siena ähnliche Farbe erhält man, indem man zu einer Eisenvitriolauflösung so lange Kalkwasser gießt, als noch ein Niederschlag erfolgt, diesen mit Wasser auswäscht und an der Luft trocknen läßt.

Als schwarze Farben gehören noch hieher das Beinschwarz (s. diesen Art.); das Kohlenschwarz, die fein zerriebene, durch Verkohlung im Verschlossenen aus verschiedenen Pflanzenkörpern erhaltene Kohle (s. Art. Kohle), die mit Wasser angemacht, zur Entfernung des etwaigen Kaligehalts ausgelaugt und beliebig geformt wird. Dazu dienen besonders Buchenholz, Kork, Nußschalen, Gerberlohe, die Schalen der wilden Kastanien, Pfirsich- und Pflaumenkerne, Weinreben, Weintrestern; die aus letzteren und aus Weinhefe (Weinlager) erhaltene Kohle liefert das sogenannte Frankfurterschwarz; der Kienruß oder Ruß, und der aus demselben bereitete Tusch (s. Artikel Kienruß).

Außer den oben genannten Oxyden und farbigen Salzen

der Metalle könnten noch viele andere als Pigmente benützt werden; allein sie sind theils zu theuer, theils haben sie vor den bereits angewendeten keine Vorzüge.

II. Lackfarben.

Lackfarben sind die gefärbten Niederschläge, welche aus den Farbebrühen durch Salze gefällt werden (S. 370), in Verbindung mit einer größeren oder geringeren Menge des basischen Salzes oder der erdigen Grundlage. In der Regel ist das Fällungsmittel Alaun, folglich die Basis, welche durch das Pigment gefärbt ist, die basische schwefelsaure Thonerde, wie sie durch Fällung des Alauns mit Pottasche entsteht. Die Farbe wird um so lebhafter, je geringer die Menge dieses erdigen Zusatzes ist, und sie ist am vollsten oder lebhaftesten, wenn der Niederschlag nur diejenige Menge der Basis enthält, in welcher er sich bei der Färberei mit den Zeugen verbindet. In diesem Zustande ist die Menge der Basis nur gering, weil die Sättigungskapazität des Pigments als Säure nur gering ist (S. 371). In den meisten Fällen kann man sich zur Fällung der Farbebrühe einer Alaunauflösung bedienen, die man vorher mit dem achten Theile des Alaungewichtes Pottasche versetzt hat; soll der Niederschlag eine größere Menge Alaunerde enthalten, so versetzt man die Farbebrühe mit kohlensaurem Kali oder Natron (Pottasche oder Soda), und setzt sodann die Alaunauflösung zu, oder umgekehrt. Einige Lackfarben, zumahl solche, die ihren Glanz durch eine Säure erhöhen, können auch mit Zinnauflösung gefällt werden. Gemeine Farben dieser Art werden auch bloß mit weißem Thon oder Kreide vermengt. Bei der Bereitung dieser Farben ist es im Allgemeinen für die Erhaltung einer reinen Farbe wesentlich, daß die Farbebrühen, aus welchen das Pigment gefällt wird, völlig klar, folglich von fremdartigen Theilen gereinigt seyen, und daß für solche Farben, welche durch Eisensalze modifizirt werden, ein völlig eisenfreier Alaun angewendet werde.

Gelbe Lackfarben.

Zu diesen dienen als Farbebrühe die Dekokte aller gelbfärbenden Pigmente, die zur Färberei anwendbar sind, also im

Besondern die Gelb- oder Kreuzbeeren (von Rhamnus catharticus), die Avignonbeeren (von Rh. infectorius), oder die persischen Kreuzbeeren (die Früchte einer andern Rhamnus-Art), das Gelbholz, der Wau, die Scharte, die Querzitronrinde, Birken- und Roßkastanienblätter ꝛc. Man kocht diese Stoffe mit Wasser aus, seiht den Absud durch, versetzt ihn mit Pottasche (je nachdem die Farbe lichter oder dunkler werden soll, mehr oder weniger), und gießt in die noch heiße Brühe unter Umrühren so lange eine heiße Alaunauflösung oder eine Auflösung von schwefelsaurer Thonerde, als noch Aufbrausen und ein Niederschlag erfolgt. Von dem sich zu Boden setzenden Lack gießt man die Flüssigkeit ab, wäscht denselben mit Wasser aus, läßt ihn auf einem Seihetuche abtropfen, formt ihn dann beliebig, und läßt ihn im Schatten austrocknen. Setzt man dem noch feuchten Lack, nachdem die Flüssigkeit von demselben abgegossen worden, etwas Zinnauflösung zu, so kann man die Farbe nüanziren. Versetzt man den Querzitronabsud vor dem ersten Abgießen oder Durchseihen mit saurer Milch, wodurch sich ein Antheil Gerbestoff ausscheidet, und nach dem Durchseihen mit Zinnauflösung, so erhält man einen schönen feinen Lack, jedoch in geringerer Quantität. Wendet man Kreuzbeeren an, so nimmt man auf 1 Theil dieser Beeren 1 Th. Pottasche. Der Alaun muß zu diesen Farben eisenfrei seyn: ein eisenhaltiger Alaun zieht die Farbe ins Grünliche.

Ein **orangegelber Lack** entsteht mit Orlean, indem man diesen (1 Th.) mittelst Pottasche (4 Th.) in Wasser auflöst, und dann eine heiße Auflösung von Alaun (6 Th.) hinzufügt, den Niederschlag auswäscht und trocknet. Auf dieselbe Art läßt sich auch ein gelber Lack mit **Curcume** bereiten.

Eine gröbere Art von Lack ist das **Schüttgelb**, welches dadurch entsteht, daß man den auf die vorige Art gebildeten gelben Niederschlag im feuchten Zustande noch mit weißem Thon oder Mergel, oder mit Kreide zusammenreibt. Gewöhnlich bereitet man diese Farbe aus Kreuzbeeren, mit Zusatz von Kreide oder Kalk. Man macht einen Absud dieser (vorher zerstoßenen) Beeren (1 Th.) mit Wasser (4—6 Th.) und Alaun (1/3 Th.), seiht die Brühe durch, und gießt sie auf fein geriebene Kreide (1/2—3/4 Th.), läßt die Mischung einige Zeit an der Luft stehen,

und wäscht sie dann vor dem Trocknen mit Wasser aus. Fällt die Farbe ins Grünliche, so setzt man etwas gelöschten Kalk zu. Zu dieser Farbe kann man auch Birkenblätter oder Roßkastanienblätter anwenden.

Rothe Lackfarben.

Der Karmin. Diese feine und kostbare Farbe ist der aus einem Kochenillabsud durch Zusatz einer Säure oder eines Salzes bewirkte gefärbte Niederschlag im reinsten Zustande. Man kann die Theorie des Verfahrens dabei aus folgendem Gesichtspunkte betrachten, aus welchem sich die Gründe in der Verschiedenheit der zur Darstellung dieser Farbe befolgten Verfahrungsweisen von selbst ergeben.

Der Absud der Kochenille enthält außer dem Farbestoffe noch thierische und Fetttheile. Von dem thierischen Stoffe ist ein Theil, und zwar der größere, im kalten Wasser auflöslich, und durch Säuren nicht fällbar; der andere aber wird durch siedendheißes Wasser aufgelöst, und dieser wird durch Säuren gefällt. Es scheint, daß das reine Pigment mit diesem thierischen Stoffe in eine ziemlich feste Verbindung eingeht, und zwar um so mehr, je länger Siedhitze bei dem Auszuge angewendet worden ist; aus demselben Grunde, wie beim Färben der Zeuge. Wird nun einem solchen Kochenill-Dekokt eine Säure oder ein saures Kali-Salz, wie Weinstein oder Sauerkleesalz, zugesetzt: so fället sich der im Sieden auflösliche thierische Stoff in Verbindung mit dem Pigmente, welches durch die Wirkung der Säure oder des Salzes in jener Verbindung zugleich die Auflöslichkeit im Wasser verliert. Dieser Niederschlag, der jedoch höchst fein zertheilt ist, und sich nur sehr langsam absetzt, ist Karmin, dessen Menge also mit von der Menge jenes thierischen Stoffes in dem Absude abhängt; er ist eine dreifache Verbindung des Farbestoffes, der thierischen Substanz und der angewendeten Säure. Es scheint dabei, daß diese Ausscheidung des Karmins in dem Maße erfolgt, als die Flüssigkeit mit der Luft in Berührung ist, und durch Oxydation die Unauflöslichkeit des Farbestoffes zunimmt. Auf diese Art entsteht (meinen eigenen Versuchen zu Folge) Karmin, wenn man ein Kochenill-Dekokt mit Salzsäure versetzt, und

dasselbe mehrere Wochen leicht bedeckt stehen läßt. Der nach diesem Prinzip erhaltene Karmin ist sehr feurig. Da dessen Ausscheidung mit auf der Fällung des im heißen Wasser löslichen thierischen Stoffes beruht; so erhellet zugleich hieraus, daß es für diese Methode von Vortheil sey, das Kochenilledekokt bei anhaltender Siedehitze zu behandeln, um von jenem thierischen Stoffe möglichst viel in die Auflösung zu bringen.

Bewirkt man dagegen den Kochenillauszug bei einer nicht ganz bis zum Sieden steigenden Hitze, so daß von jenem fällbaren thierischen Stoffe wenig oder nichts in die Auflösung übergeht; so befindet sich ein Theil des Pigments in einem mehr freien, nicht oder nur locker an thierischen Stoff gebundenem Zustande; und wird nun dieser Auflösung nur so viel Alaun zugesetzt, daß dieser bei der überwiegenden Anziehung seiner Basis auf das Pigment, sich mit dem letzteren verbinden kann, ohne zugleich das mit dem gallertartigen thierischen Stoffe verbundene Pigment zu fällen, wodurch der Niederschlag sich ins Bräunliche ziehen würde; so entsteht gleichfalls Karmin, als das mit der basischen schwefelsauren Thonerde im Übermaß verbundene Pigment (S. 376), oder als die dreifache Verbindung des Farbestoffs, der Basis und der Säure des angewendeten Salzes. Auch dieser Niederschlag ist äußerst fein zertheilt, und setzt sich nur sehr langsam aus der Flüssigkeit ab, und auch hier ohne Zweifel unter Mitwirkung des oxydirenden Einflusses der Luft. Dieser Karmin ist um so feuriger, je weniger von der thierischen Substanz damit gefällt worden ist, und es scheint, daß letztere in Verbindung mit dem basischen Salze das Pigment verdunkelt, wahrscheinlich indem sie einen Theil der Wirkung der Säure auf das letztere aufhebt.

Von diesen beiden Verfahrungsarten liegt das Prinzip der ersten Methode dem Verfahren zum Grunde, welches gewöhnlich als jenes »der Frau Cenette in Amsterdam« angegeben wird.

In einem kupfernen Kessel werden 48 Maß reines Flußwasser zum Sieden gebracht, dann 2 Pfund fein geriebener Kochenille feinster Sorte zugeschüttet. Nachdem das Kochen zwei Stunden lang fortgesetzt worden, gibt man drei Unzen reinen Salpeter, und einige Augenblicke nachher vier Unzen Sauerklee-

salz hinzu. Nachdem das Kochen noch zehn Minuten fortgesetzt worden, nimmt man den Kessel vom Feuer, und läßt das Ganze vier Stunden lang in Ruhe. Man zieht hierauf mit einem Heber das karminhaltige Wasser von dem Bodensatze ab, und vertheilt dasselbe in mehrere flache Teller, die man damit anfüllt, und in einem vor Staub bewahrten Orte aufstellt. Nach Verlauf von etwa drei Wochen hat sich auf ihrer Oberfläche eine ziemlich dicke Schimmelhaut gebildet, die man mit einem Stücke Fischbein, an das man kleine Stückchen Schwamm befestigt hat, abnimmt, indem man dieses in Form eines Bogens krümmt, um die Schimmelhaut an einem Theile des Umfangs damit zu umfassen, und mit einem Zuge abzuziehen. Die sich etwa ablösenden Theile des Häutchens müssen sorgfältig weggeschafft werden. Das Wasser wird dann mittelst eines Hebers von dem auf dem Boden des Tellers fest angesetzten Karmin abgezogen. Der Karmin wird im Schatten getrocknet. Der Zusatz des Salpeters dient hier wahrscheinlich dazu, um das Verderben des Dekokts durch eintretende Fäulniß des thierischen Stoffes zu hindern.

Das Prinzip der zweiten Methode liegt dem gewöhnlichen, mit einigen Abänderungen in Deutschland seit langer Zeit üblichen Verfahren zum Grunde. In 36 Pfund (etwa 15 Maß) reinen Flußwassers, das man vorher bis nahe zum Sieden erhitzt hat, schüttet man ein Pfund fein geriebene Kochenille, die gut in das Wasser eingerührt wird, und setzt die Erhitzung fort, bis das Wasser zum Sieden kommt. Sobald dieses eintritt, setzt man eine Unze fein gepulverten Alaun hinzu, rührt diesen gut ein, am besten mittelst eines Glasstabes, und nimmt dann sogleich den Kessel vom Feuer. Nachdem sich der Rückstand zu Boden gesetzt hat, gießt man die klare Flüssigkeit in ein anderes reines Gefäß ab (der letztere Theil kann durch eine reine feine Leinwand geseiht werden), und vertheilt diese Flüssigkeit (die Karminflüssigkeit) in porzellanene Teller, in denen sich nach mehreren Tagen der Karmin absetzt. Ein Pfund Kochenille liefert etwa anderthalb Unzen feinen Karmin. Man kann auch so verfahren, daß man den Kochenillabsud mit Zusatz von Weinsteinrahm (der Hälfte des Gewichts des Alauns) bereitet, und im Übrigen wie vorher verfährt.

Eben so läßt sich der Kochenilleabsud mit Zusatz von etwas

kohlensaurem Kali (3½ Quentchen auf das Pfund Kochenille) bereiten; man setzt dann den Alaun zu, und verfährt übrigens wie vorher. Der Karmin setzt sich dabei etwas schneller ab, wird aber etwas dunkler. Nach einer ältern französischen Vorschrift soll der Kochenillabsud unter Zusatz von Autourrinde (einer gerbestoffhaltigen Rinde) und einer geringen Menge Chouankörner gemacht werden. Wenn dieser Zusatz von Nutzen ist, so ließe er sich am besten durch Querzitronrinde ersetzen, von der man einen Absud in einem gewissen Verhältnisse dem Kochenillauszug zusetzen könnte.

Die von dem Karmin abgezogene noch gefärbte Flüssigkeit kann man mit etwas Zinnauflösung versetzen, wodurch man noch einen geringern Karmin oder einen feinern Karminlack erhält.

Es ist schon oben erinnert worden, daß bei dieser Methode ein längeres Kochen der Kochenille zu vermeiden sey; das Aufwallen des Auszugs, der schon in einer der Siedehitze sich nähernden Temperatur erfolgt, darf daher nur wenige Minuten währen, und man kann dasselbe ganz unterlassen, wenn man Sorge trägt, das heiße Bad ohne Unterbrechung umzurühren. Es ist gut, zu diesem Prozesse zinnerne Kessel anzuwenden. Das Feuer der Farbe ist aus dem schon oben angegebenen Grunde von der Quantität des Alauns abhängig, die nicht zu groß seyn darf. Da der auf gleiche Weise bereitete Kochenillauszug nicht immer dieselbe Menge Pigment enthält, so dürfte es daher sicherer seyn, den Kochenillabsud für sich zu bereiten und klar durchzuseihen, den Alaun für sich aufzulösen, und davon dem klaren Kochenillabsud unter Umrühren so lange zuzusetzen, bis dessen Farbe die höchste Intensität erreicht hat, die in das Scharlachrothe gehen muß. Der Alaun muß vollkommen eisenfrei seyn.

Diese beiden Methoden liefern den feurigsten Karmin; allein sie sind wegen der Langsamkeit, mit welcher sich der Karmin aus der mit der Luft in Berührung stehenden Flüssigkeit absetzt, beschwerlich und langweilig, und für eine etwas ausgedehnte Fabrikation nicht wohl geeignet. Man hat daher gesucht, durch verschiedene Mittel das Verfahren abzukürzen, nämlich die Ausscheidung des Karmins zu beschleunigen. Diese Mittel sind der Zusatz von Hausenblase oder Eiweiß, und von Zinnauflösung. Die

mit diesen Zusätzen bereiteten Karmine erhalten jedoch selten das Feuer des vorigen, sowohl wegen der Beimengung eines fremden Stoffes im ersten Falle, als auch wahrscheinlich, weil bei denselben dem Pigmente die Gelegenheit fehlt, durch das längere Aussetzen an der Luft eine gewisse Orydationsstufe zu erreichen. Die Methoden sind folgende.

Mit Hausenblase oder Eiweiß. Man bereitet dazu die Karminbrühe auf die vorige Weise, indem der Kochenillauszug mit oder ohne Zusatz von kohlensaurem Kali gemacht, und dann der Alaun zugesetzt wird. Die Hausenblase wird auf dieselbe Art zubereitet, wie überhaupt zur Klärung der Flüssigkeiten; auf 1 Pfund Kochenille werden $3^1/_2$ Quentchen Hausenblase genommen, in vielem Wasser aufgelöst, durchgeseiht, und der Karminflüssigkeit zugesetzt, die man nun wieder über dem Feuer erhitzt; beim ersten Aufwallen sammelt sich der Karmin mit dem geronnenen Leime auf der Oberfläche, der Kessel wird sogleich vom Feuer genommen, umgerührt, und in Ruhe gelassen, wo sich dann der Karmin nach einer Viertelstunde auf dem Boden gesammelt hat. Man läßt ihn auf einem Filter von feiner Leinwand austropfen.

Auf dieselbe Art verfährt man mit dem Eiweiß. Auf ein Pfund Kochenille nimmt man das Weiße von zwei Eiern, schlägt es mit einem halben Pfund Wasser gut ab, und rührt es in die klare, noch heiße Karminflüssigkeit gut ein (am besten mit einem Pinsel). Zuweilen sondert sich der Karmin sogleich in Flocken ab; ist dieses nicht der Fall, so muß man die Flüssigkeit noch über das Feuer bringen, bis die Karminflocken an der Oberfläche zum Vorschein kommen. Man nimmt dann das Gefäß vom Feuer, rührt den Karmin unter, und läßt ihn sich absetzen, was in zehn Minuten geschieht, worauf man die klare Flüssigkeit abgießt, den Karminniederschlag in Wasser zerrührt, auf einem Filter abtropfen läßt, und ihn in einem Zimmer bei etwa 20° R. trocknet. Dieser Karmin ist gut zur Verfertigung der künstlichen Blumen &c., aber nicht zur Aquarellmahlerei, weil er sich nicht genug unter dem Pinsel vertheilt, wozu jedoch der mit Hausenblase bereitete anwendbar ist.

Mit Zinnauflösung fället sich sowohl das reine Ko-

chenillepigment, als auch der Kochenillauszug sehr schnell, und sie ist daher ganz besonders geeignet, die Ausscheidung des Niederschlages zu beschleunigen; da jedoch der gallertartige Stoff dadurch ebenfalls gefällt wird, so kann sie zur Bereitung von Karmin nur unter gewissen Vorsichten verwendet werden.

Dieses ist der Fall bei der Bereitung des sogenannten chinesischen Karmins. Nachdem man nämlich die Karminflüssigkeit auf die oben angegebene Weise mit Alaun bereitet hat, läßt man sie einige Zeit bedeckt stehen, um sie der Einwirkung der Luft auszusetzen. Man erwärmt sie dann wieder, und setzt tropfenweise eine verdünnte Zinnauflösung hinzu, so lange der Niederschlag noch schön roth ist. Den Niederschlag trocknet man im Schatten in Porzellanschalen. Man nimmt dazu die mit Salpetersäure und Salzsäure gemachte Zinnauflösung (S. 381).

Nach derselben Art erhält man auf folgende Weise einen brauchbaren, wenn gleich nicht völlig reinen Karmin. Man bewirkt den Absud der Kochenille in einem zinnernen Kessel mit Zusatz von einer halben Unze Weinstein auf das Pfund Kochenille. Nachdem die Brühe klar abgegossen worden, versetzt man sie nach und nach mit der Zinnauflösung, indem man jedes Mahl gut umrührt, und den Niederschlag jedes Mahl etwas setzen läßt, damit man in der klaren darüber stehenden Flüssigkeit bei dem neuen Zusatze von Zinnauflösung die Farbe des Niederschlags beobachten könne; man hört damit auf, wenn die Farbe weniger schön zu werden anfängt. Der Niederschlag wird auf ein Filter gebracht, ausgewaschen und getrocknet.

Einen weniger feinen, jedoch für manche Zwecke noch brauchbaren Karmin erhält man, wenn man einen, bei einer Temperatur unter der Siedehitze gemachten Kochenillauszug mit Zusatz von etwas Weinstein bereitet, und diesen mit einer Auflösung von Zinnchlorür so lange versetzt, bis die Flüssigkeit entfärbt ist, den Niederschlag auswäscht und trocknet. Desgleichen erhält man ein karminähnliches Kochenillextrakt, wenn man die Kochenille mit Zusatz von reiner Pottasche (etwa $1\frac{1}{2}$ Unzen auf das Pfund) auskocht, den Absud abgießt und durchseiht, und ihn dann so lange mit verdünnter (eisenfreier) Salzsäure versetzt, bis das Auf-

brausen aufhört, und die Säure etwas vorschlägt. In der Salzsäure kann man auch vorher etwas Zinnsalz auflösen.

Karminlack. Dieser entsteht durch die Verbindung des aus dem Kochenilleabsud gefällten Niederschlags mit einem Übermaße von Thonerde; er enthält außer der erdigen Grundlage das Kochenillepigment in Verbindung mit den thierischen Stoffen. Zu seiner Verfertigung verwendet man Kochenillarten von minderem Preise, und den Rückstand bei der Karminbereitung; da dieser Rückstand, der nur zum Theil ausgezogen worden ist, noch bedeutend viel Pigment enthält. Man wendet zur Bereitung dieser Farbe dreierlei Methoden an: 1) indem der Kochenilleabsud mit Pottasche gemacht, und die Auflösung mit Alaun gefällt wird; 2) indem man die Abkochung mit Alaun bereitet, und dann durch Pottasche fället; in beiden Fällen wird der Niederschlag gut ausgewaschen; 3) indem man aus der heißen Alaunauflösung das Thonerdehydrat mit einer Auflösung von Pottasche oder von kohlensaurem Natron fället, den Niederschlag gut auswäscht, und diesen mit einem mit etwas Alaun (etwa den achten Theil des Kochenillegewichts) gemachten klar abgezogenen Kochenilleabsud, den man in einem Kessel mäßig erwärmt, vermengt, wobei er die Farbe annimmt. Bei der Anwendung des ersten oder zweiten Verfahrens muß man darauf sehen, daß nach der Fällung nicht überschüssig Pottasche vorhanden sey, sondern ein kleiner Theil des Alauns noch unzersetzt bleibe; denn nur im letzteren Falle bildet sich das basische Salz (basische schwefelsaure Thonerde), welches eine vorzügliche Anziehung zu dem Pigmente hat, und demselben eine schöne Färbung gibt, während bei dem Überschusse von Pottasche größtentheils Thonerdehydrat entsteht, das sich weniger leicht und gleichförmig mit dem Pigmente verbindet, welches letztere auch durch den Überschuß der Pottasche eine violette Färbung erhält. Bei der dritten Methode kann jedoch zur Fällung des Thonerdehydrats (das später mit dem Alaun der Farbebrühe in Verbindung tritt) Pottasche überschüssig zugesetzt werden; der Niederschlag ist jedoch mit kaltem Wasser sorgfältig auszuwaschen, um sowohl die Pottasche als auch die schwefelsauren Salze zu entfernen.

Mit Pottasche läßt sich die Kochenille vollständiger auszie-

hen, als mit Wasser und Alaun; das mit letzterem gemachte Dekokt gibt jedoch gewöhnlich eine schönere Farbe. Der Grad der Sättigung der Farbe hängt von der Menge des Alauns und der Pottasche ab. Da letztere in ihrem Kaligehalt verschieden ist, so läßt sich dafür kein bestimmtes Verhältniß annehmen; auf ein Pfund Alaun kann man etwa ein halbes Pfund gewöhnliche Pottasche annehmen. Gewöhnlich nimmt man auf ein Pfund Kochenille fünf Pfund Alaun, und bei diesem Verhältnisse erhält man beiläufig zwei Pfund trockenen Lack aus einem Pfund Kochenille. Für geringere Sorten wird mehr Alaun angewendet. Hat der Lack nach dem Auswaschen noch nicht die gewünschte Sättigung der Farbe erhalten, so kann man einen mit etwas Alaun gemachten Kochenillabsud neuerdings damit behandeln. Gewöhnlich wendet man die dritte Methode an. Wird das Kochenilledekokt mit Zusatz des Alauns bereitet, so ist der durch den Zusatz der Pottaschenauflösung zuerst gefällte Niederschlag tiefer gefärbt, als der nachfolgende; man kann daher den letzteren von dem ersteren absondern.

Soll der Karminlack einen Stich in Orange erhalten, so versetzt man den Kochenillabsud mit mehr oder weniger eines Absudes von Querzitron. Auch kann man ihn im noch feuchten Zustande mit etwas Zinnauflösung schönen. Statt der Kochenille kann man auf dieselbe Art auch den Kermes verwenden.

Zur Bereitung eines Karminlacks kann man auch die mit Kochenille scharlach- oder karmesinroth gefärbte Scherwolle oder Tuchflocke anwenden. Man digerirt sie mit einer schwachen Auflösung von Pottasche, und versetzt diesen Auszug mit Alaun im Überschusse. Zu diesem Ausziehen würde sich besser Ammoniak eignen, da dieses die Wolle nicht angreift.

Auch der Lak-lake oder Lac-dye, welcher das Pigment des Körner- oder Stocklacks enthält, läßt sich auf Karminlack verwenden. Man kann diese Präparate durch Digeriren mit schwacher Pottaschenlauge ausziehen, und den Auszug mit Alaun fällen.

Schöner wird die Farbe, wenn man den gepülverten Lack mit dem Drei- bis Vierfachen seines Gewichts Zinnauflösung in einer gläsernen Reibschale möglichst gut zusammenreibt, diese Mi-

schung in eine größere Quantität reinen Wassers schüttet oder ausspült, dieses gut unter einander rührt, und nach kurzer Zeit die Flüssigkeit von dem Bodensatze abgießt.

Fernambuklack (Florentinerlack, Kugellack). Für die Bereitungsart dieser Farbe gilt ganz dasselbe, was vorher von dem Karminlack gesagt worden. Das gewöhnliche Verfahren ist folgendes: man kocht das Fernambukholz mit dem 30 bis 40fachen seines Gewichtes Wasser eine Viertelstunde lang aus; setzt dann auf ein Pfund Fernambuk ein bis drei Pfund Alaun hinzu, je nachdem die Farbe dunkler oder heller werden soll; gießt dann die klare Brühe ab, oder seihet durch, und setzt nach dem Abgießen die erforderliche Menge der vorher filtrirten Pottaschenauflösung allmählich und unter Umrühren hinzu, so daß noch etwas Alaun überschüssig bleibt. Um die Farbe des Lacks etwas zu erhöhen, kann man vor dem Zusatze der Pottasche etwas Zinnauflösung hinzusetzen. Auch kann der Absud des Fernambukholzes mit Zusatz von Essig (dem Zehnfachen des Fernambukgewichtes) gemacht werden. Auch kann man dem Fernambuk Querzitronrinde zusetzen, um dem Lack eine ins Scharlachrothe spielende Nüanze zu geben; oder auch den noch feuchten Fernambuklack mit Schüttgelb zusammenreiben. Einen reichhaltigen Auszug des Pigments erhält man durch den Absud des Fernambuks mit Pottasche und nachherige Fällung mit Alaun: der Lack ist jedoch weniger lebhaft als der vorige.

Auch aus den geringern Sorten von Rothholz oder Brasilienholz, in welchem das rothe Pigment mehr mit einem falben Pigmente gemischt ist, läßt sich eine dem Lack aus eigentlichem Fernambuk nahe oder gleich kommende Farbe bereiten, wenn man den mit Wasser oder mittelst Wasserdämpfe gemachten Auszug etwa bis zum dreifachen Gewichte des angewandten Holzes eindickt, und dann dieser Brühe, wenn sie beinahe erkaltet ist, abgerahmte Milch (1 Theil Milch auf 2 Theile des extrahirten Holzes) zusetzt, sie mit der Farbenbrühe gut vermischt, und den (aus dem mit dem Käse verbundenen falben Pigmente bestehenden) Niederschlag durch Filtriren absondert. Man verdünnt dann die gereinigte Farbenbrühe wieder mit zehn Mahl so viel Wasser, und

versetzt sie wie vorher mit dem Alaun, und dann mit der Pottasche.

Um dem Lack zum Formen mehr Zusammenhang zu geben, kann man ihn mit Tragantschleim oder Stärkmehl versetzen. Statt des Alauns kann man auch eisenfreies Bittersalz anwenden, (Bd. II. S. 193).

Krapplack. Dieser Lack liefert eine, für Öhl- und Wassermahlerei dauerhaftere Farbe, als der vorige. Man bereitet ihn auf folgende Weise. Ein Pfund feiner Krapp wird in kaltem Wasser eingeweicht, dann in einen leinenen Sack gethan, und darin so lange in warmem Wasser geknetet, als dieses noch etwas auflöst. Man nimmt dazu das Wasser nach und nach in Antheilen von etwa 5 bis 6 Maßen, indem die gefärbte Portion abgegossen, und frisches Wasser aufgeschüttet wird. Der Krapp verliert dabei 0.4 seines Gewichtes, und bleibt mit einer gelblichen Farbe zurück. Die gefärbte Flüssigkeit, die etwa 30 Maß beträgt, wird in einem verzinnten kupfernen oder zinnernen Kessel aufgekocht, und mit einer Auflösung von einem halben Pfund eisenfreien Alaun in siedendem Wasser vermischt. Nach einiger Ruhe scheidet sich ein dunkelrother Niederschlag ab, von welchem man die Flüssigkeit abgießt, und dieser nun allmählich unter Umrühren eine Auflösung von 4 Unzen Pottasche zusetzt, worauf man das Ganze erkalten läßt. Den Niederschlag süßt man mit heißem Wasser aus, bis dieses nicht mehr gelb gefärbt wird, und trocknet ihn dann. Man erhält ein Viertel des Gewichts des angewandten Krapps. Da auch hier bei der Fällung mit Pottasche der spätere Niederschlag heller ist, als der vorhergegangene, so kann man die Pottasche nach dem Erkalten der Auflösung portionenweis zusetzen, um die hellere Nüanze abzusondern (S. 412).

Man kann auch so verfahren, daß man den Krapp zuerst sorgfältig mit kaltem Flußwasser auswäscht, dann ihn mit einer Alaunauflösung bei gelinder Wärme digerirt, und die durchgeseihte rothgefärbte Flüssigkeit mit einer allmählich zugesetzten Auflösung von kohlensaurem Natron fället.

Da bei dieser Methode mit dem Waschwasser, mit welchem ein falbes Pigment mit anderen die Farbe verunreinigenden ausziehbaren Theilen beseitiget wird, eine nicht unbedeutende Menge

des Farbestoffs selbst (Alizarin) weggeschafft wird; so verfährt man besser, wenn man (nach Kurrer) den Krapp zuerst in Gährung setzt, wodurch sich seine schleimigen Theile, von dem schwerer auflöslichen Farbestoffe mehr befreit, leichter wegschaffen lassen. Man bringt den zerkleinerten Krapp in einen Kübel, und rührt ihn nach und nach mit so viel Wasser von etwa 25° R. an, bis letzteres etwa einen Zoll hoch über der Masse stehen bleibt. Man läßt das Ganze in einem auf 18 bis 20° R. erwärmten Zimmer ruhig stehen, bis sich die Krappmasse in Folge der eingetretenen Gährung in die Höhe geworfen hat, was in Zeit von 36 bis 48 Stunden der Fall ist. Man bringt nun den Krapp aus dem Kübel in einen anderen größeren, übergießt ihn hier mit Flußwasser, seiht nach einiger Ruhe das letztere mittelst eines Seihetuches ab, und wiederhohlt diese Operation einige Mahl, bis das zuletzt gebrauchte Wasser farblos abläuft. Man digerirt nun diesen gereinigten Krapp mit einer Alaunauflösung, die den dritten Theil des Gewichts des rohen Krapps an Alaun enthält, bei einer Temperatur von 40 bis 50° R. in einer Schüssel von Steingut, oder in einem verzinnten kupfernen Kessel, zieht die klare Auflösung ab, und fället sie mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron in der Art, daß der erste Niederschlag von den nachfolgenden abgesondert wird.

Eine andere Methode endlich gründet sich auf die von Robiquet angegebene Bereitung der schwefelsauren Krappkohle. Das Alizarin nämlich erleidet durch konzentrirte Schwefelsäure, wenn höhere Temperatur vermieden wird, keine Veränderung; da aber die übrigen Bestandtheile des Krapps dadurch zerstört oder verkohlt werden, so läßt sich der reine Farbstoff durch dieses Mittel abscheiden.

Auf 1 Pfund Krapp nimmt man $^3/_4$ bis 1 Pfund konzentrirter Schwefelsäure, und mischt letztere mit dem Krapp gut zusammen, so daß alle Theile gleichmäßig benetzt werden. Erhitzt sich die Mischung zu stark, so muß man sie sogleich in eine kalte Schüssel ausleeren, und die Masse an den Wänden ausbreiten, bis sie sich abgekühlt hat. Man überläßt sie nur einige Stunden lang der Einwirkung, und wäscht sie dann mit Wasser aus. Es ist ein Zeichen, daß der Prozeß gehörig gelungen ist, wenn das

erste Waschwasser beinahe ungefärbt, oder nur mit einer Strohfarbe ablauft, während es eine Bisterfarbe hat, wenn die Wirkung der Säure auf den Krapp unvollständig war. Der ausgewaschene trockene Rückstand hat etwas weniger als die Hälfte des Gewichts des angewandten Krapps. Man nimmt nun von dieser schwefelsauren Krappkohle 1 Pfund, 2 bis 3 Pfund reinen Alaun mit 25 Pfund Wasser, und kocht alles eine halbe Stunde lang zusammen, filtrirt noch ganz heiß, und vermischt mit dieser Auflösung eine Auflösung von 1 bis 1 1/2 Pfund Borax (die Hälfte des Alauns) in siedendem Wasser. Man rührt die beiden Auflösungen gut unter einander, läßt den Niederschlag sich absetzen, wäscht diesen gut mit filtrirtem Flußwasser aus, bis dieses nicht mehr gefärbt oder salzig ist; wäscht ihn dann noch einmahl mit siedend heißem Wasser, bringt ihn auf Leinwand, und formt ihn in Stücke.

Zur Bereitung eines Krapplacks kann man auch, wie vorher beim Karminlack, die mit Krapproth gefärbte Scherwolle oder Tuchflocke anwenden, die man auf dieselbe Weise auszieht.

Blaue Lackfarben.

Aus Indigo läßt sich ein blauer Lack bereiten, wenn man den Indig auf die Bd. II., S. 217 angegebene Weise in Schwefelsäure auflöst, die Auflösung mit dem Zehnfachen ihres Umfangs kaltem Wasser, in welchem man das dreifache Gewicht des Indigs an Alaun aufgelöst hat, versetzt, und nun so lange eine Auflösung von kohlensaurem Kali zusetzt, als noch ein blauer Niederschlag erfolgt. Man kann auch so verfahren, daß man für sich das indigblauschwefelsaure Kali (den Indigkarmin oder gefällten Indig) darstellt (Bd. II., S. 218), dann ebenfalls für sich die Alaunauflösung mit so viel Pottasche versetzt, bis die Thonerde ausgefällt ist (S. 413), und von diesem gehörig ausgewaschenen Thonerdehydrat dem Indigkarmin so viel zusetzt, bis man die gewünschte Farbe erhalten hat.

Bei der Bereitung des gefällten Indigs oder indigblauschwefelsauren Kali ist es besser, statt rauchender Schwefelsäure die ganz konzentrirte englische anzuwenden, von der man 10 Theile auf 1 Theil Indig nimmt (weil bei der Auflösung in

rauchender Schwefelsäure viel blaues unterschwefelsaures Kali entsteht, das in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt). Bei der Fällung der mit dem zehnfachen Gewichte Wassers verdünnten Auflösung durch kohlensaures Kali setzt man letzteres nur so lange zu, als noch ein Aufbrausen erfolgt, und vermeidet einen Überschuß. Den abgesetzten Niederschlag oder gefällten Indig wäscht man nicht mit Wasser aus (da heißes Wasser ihn leicht, und kaltes zu $^1/_{40}$ auflöst), sondern bringt ihn auf weißes Fließpapier, läßt ihn gut abtröpfeln, und preßt ihn dann aus.

Eine Mischung des gefällten Indigs mit dem mit etwas lauwarmen Wasser angemachten Stärkmehl gibt das sogenannte Neublau oder Waschblau, das man zu kleinen viereckigen Tafeln formt, und an einem dunkeln Orte trocknet. Nach der Qualität der Farbe kommen 3 bis 5 Pfund Indig auf einen Zentner Stärke. Es dient zum Bläuen der Wäsche.

Durch Versetzung eines Blauholz-Absudes (Bd. II., S. 219) mit Alaun und Kupfervitriol, und Fällung mit Pottasche erhält man einen blauen, bei Anwendung von Alaun allein einen violetten Lack. Diejenigen vegetabilischen Pigmente, mit denen sich blau färben läßt, wie die Bd. II., S. 229 aufgezählten, geben, auf die gewöhnliche Art behandelt, blaue Lackfarben, die jedoch zu wenig beständig sind, als daß ein ausgedehnter Gebrauch davon gemacht würde.

Grüne Lackfarben.

Grüne Lackfarben werden durch Vermengung blauer und gelber in beliebigen Verhältnissen erhalten. Man nimmt hierzu den gefällten Indig, und reibt die noch feuchte gelbe Lackfarbe mit demselben zusammen.

Oder man koche drei Pfund Querzitronrinde in Flußwasser mit vier Pfund Alaun eine Stunde lang aus, versetze die durchgeseihte Brühe mit Pottasche, so lange noch ein Niederschlag erfolgt, und reibe diesen mit einem Pfund feinem Berlinerblau (Pariserblau) unter Zusatz von ein wenig verdünnter Schwefelsäure zusammen, und versetze dann noch diese Mischung mit so viel weißem geschlämmten, in Wasser zerrührten Pfeifenthon, bis die gewünschte Farbnüanze erhalten ist.

Mehrere gelbfärbende Pflanzen geben mit Kupfervitriol eine grüne Farbe. Besonders sind hierzu die frischen Blätter des gemeinen Tabaks zu gebrauchen. Man macht davon einen Absud, setzt eine Auflösung von Kupfervitriol hinzu, und fället dann mit Pottasche.

Einen besonders haltbaren grünen Lack liefert der Absud der (ungebrannten) Kaffeebohnen. Aus einer Unze gestoßener Kaffeebohnen macht man mit zehn Unzen Wasser einen Absud, löset in demselben drei Unzen Kupfervitriol auf, und setzt dann so lange eine ätzende Pottasche oder Soda-Auflösung hinzu, als noch ein Niederschlag erfolgt. Man erhält den Niederschlag noch einige Zeit feucht an der Luft, wo er sich noch schöner färbt, oder besprengt ihn mit etwas Essig. Man erhält $1^1/_{20}$ Unze Lack. Dieser grüne Lack bildet eine sehr schöne und beständige Mahlerfarbe; bei der Bereitung muß jedoch darauf gesehen werden, daß kein überschüssiges Kupferoxyd vorhanden sey. Man darf daher nicht zu viel Kupfervitriol zusetzen; sondern es ist besser noch etwas ungefällten Kaffee-Extrakt in der Flüssigkeit rückständig zu lassen, die man dann noch durch kleine Portionen Kupfervitriol und Ätzkali ausfällen kann.

Braune Lackfarben.

Diese entstehen, wenn man von den substantiv braunfärbenden Substanzen (Bd. III., S. 84) Auszüge mit Zusatz von Pottasche bereitet, und die Fällung mit Alaun bewirkt. Von solchen Farben wird jedoch wenig Gebrauch gemacht, weil sie von den wohlfeileren braunen Erden (S. 403) ersetzt werden.

III. Saftfarben.

Unter Saftfarben versteht man zunächst die eingedickten Absüde oder Säfte von färbenden Pflanzen, im Allgemeinen diejenigen Farben, die sich im Wasser mehr und weniger auflösen, folglich auf Papier gestrichen, durchscheinen, nicht wie die übrigen Farben decken, und daher zur Wassermahlerei und zum Illuminiren von Kupferstichen verwendet werden. Als Bindungsmittel dient für sie der arabische oder Senegal-Gummi, statt dessen auch Malzsyrup (aus Luftmalz) genommen werden kann.

Diese Farben werden im Kleinen in Muscheln oder Porzellanschalen eingetrocknet, in größerer Menge in Blasen aufbewahrt, einige auch in flüssiger Gestalt, als Tinte, gebraucht. Sie werden größten Theils durch Extrahiren der färbenden Pflanzentheile mit Wasser bereitet, unter Zusatz von einer geringen Quantität Alaun, der hier sowohl als Schönungsmittel zur Nüanzirung der Farbe, als auch zur bessern Erhaltung des Extraktes dient.

Gelbe Saftfarben sind das Gummigutt, ein gelbes Gummiharz; die Kurkumewurzel, die man mit Wasser auskocht, und dem Absude etwas Alaun zusetzt; der Safran, aus dem man mit Wasser einen Auszug macht, diesen mit etwas Gummi versetzt, und dann eindunstet; die Gelb- oder Kreuzbeeren, indem man sie mit etwas Alaun und Weinstein abkocht, und den Absud abdünstet. Auf dieselbe Art erhält man diese Farben aus allen anderen gelbfärbenden Pflanzentheilen.

Rothe Saftfarben: aus Kochenille, wenn man davon mit Weinstein und nicht viel Wasser einen Absud macht, und diesen eindünstet; aus Karmin, wenn man diesen mit Ammoniak digerirt, welches das reine Pigment aufnimmt, und sich intensiv roth färbt, welche Auflösung in flüssiger Gestalt gebraucht oder auch eingedünstet werden kann; aus Fernambukholz, durch dessen Abkochen mit Alaun und Weinstein, und Eindicken des klar durchgeseihten Absudes. Hierher gehört auch die Orseille und der Persio (s. diesen Artikel); dann das Saflorroth. Dieses schöne Roth wird auf folgende Art bereitet.

Der Saflor enthält zwei Farbestoffe; einen gelben im Wasser auflöslichen, in bedeutender Menge, und einen rothen harzartigen, der sich nicht im Wasser, aber leicht in Alkalien auflöst, und nur etwa 5 Prozent des Ganzen beträgt. Man weicht den Saflor in Flußwasser ein, und wäscht ihn so lange aus, bis das Wasser ungefärbt abfließt, um dadurch wenigstens größten Theils den gelben Farbestoff zu entfärben. Den Rückstand knetet und wäscht man mit einer schwachen Auflösung von reinem kohlensauren Natron, so lange diese sich noch gelb färbt. In diese durchgeseihte Auflösung des rothen Pigments gießt man nun so lange Zitronensaft oder reine Zitronensäure, Weinsäure oder Essigsäure, bis die Säure etwas vorschlägt; bringt dann reine

gekrempelte, vorher mit einer schwachen Pottaschenauflösung, dann mit Wasser gut ausgewaschene Baumwolle hinein, und nimmt sie darin herum, bis sie allen Farbestoff aufgenommen hat. Die gefärbte Baumwolle wäscht man gut mit Wasser aus, so lange als dieses noch gefärbt abläuft, um einen Rest des gelben Pigments, der das rothe auf dem Zeuge noch verunreinigt, und noch zuletzt durch das Alkali ausgezogen worden ist, wegzuschaffen. Die ausgewaschene Baumwolle behandelt man nun mit einer neuen Auflösung des kohlensauren Natrons, die den rothen Farbestoff aufnimmt, aus welcher er dann neuerdings durch Zitronensäure niedergeschlagen wird. Den Niederschlag wäscht man mit etwas reinem Wasser aus, und breitet ihn auf Porzellantassen oder auf Papier aus, wo dessen Oberfläche nach dem Abtrocknen eine grüne Bronzfarbe annimmt. Ist das Roth zu Schminkroth bestimmt, so reibt man es mit etwas fein gepülvertem und geschlämmtem Talk mit Zusatz von einigen Tropfen Olivenöhl zusammen, wodurch es mehr Geschmeidigkeit erhält.

Man kann das Saflorroth aus der alkalischen Auflösung auch unmittelbar durch die Säure niederschlagen, es wird jedoch selten so schön, als durch die Anwendung des Zwischenmittels der Färbung. Unter den Säuren gibt den schönsten Niederschlag die reine krystallisirte Zitronensäure.

Die Ausziehung des rothen Pigments erfolgt schneller und vollständiger, und mit weniger Natron, wenn man den ausgewaschenen Saflor erst im Schatten trocknet, dann pülvert, und nun mit dem kohlensauren Natron behandelt. Das Wasser zum Auswaschen des Saflors darf nicht warm seyn, weil die Wärme das rothe Pigment alterirt, und nicht kohlensauren Kalk enthalten, weil letzterer auch einen Theil des rothen Pigments auszieht. Muß man solches Wasser anwenden, so ist es nothwendig, etwas Essig zuzusetzen, der überhaupt beim Auswaschen des gelben Pigments als Zusatz nützlich ist.

Blaue Saftfarben sind: der gefällte Indig, oder der Indigkarmin (S. 418) ohne Zusatz mit etwas Gummiwasser angemacht; das Lackmus (s. d. Art.); Absüde von Heidelbeeren, Ligusterbeeren, und anderen blaufärbenden Pflanzentheilen und Früchten (Bd. II., S. 229), mit Zusatz von etwas

Weinstein, Alaun und Kupfervitriol, durchgeseiht und eingedünstet; das Kornblumenblau, indem man den aus den zerquetschten Kornblumenblättern gedrückten Saft mit etwas Alaun versetzt.

Grüne Saftfarben bereitet man entweder aus der Vermischung gelber und blauer Saftfarben, oder aus einigen Pflanzen mit natürlich grünen Säften. Das Vorzüglichste unter den letzteren ist das aus den Beeren des Kreuzdorns (Rhamnus catharticus) bereitete Grün, das sogenannte Saftgrün, das man auf folgende Art darstellt. Man kocht eine beliebige Quantität von Kreuzdornbeeren, die noch nicht zur völligen Reife gelangt sind, und deren Saft daher noch eine blaugrüne Farbe besitzt, mit wenig Wasser in einem kupfernen blanken Kessel über mäßigem Kohlenfeuer, unter beständigem Umrühren zu einem Brei, preßt diesen aus, und behandelt den Rückstand wiederhohlt auf gleiche Weise mit Wasser. Die erhaltenen klaren Flüssigkeiten gießt man nun in den von Neuem gereinigten Kessel zurück, dampft sie bei ganz gelindem Feuer zur starken Extraktkonsistenz ab, und wiegt hierauf das erhaltene Extrakt. Auf jedes Pfund desselben löst man zwei Loth Alaun in einer hinreichenden Menge heißen Wassers auf, fügt diese Auflösung unter stetem Umrühren der eingedickten Masse hinzu, und dampft dann im Wasserbade wieder ab. Das nun fertige Saftgrün wird in Kalbsblasen gefüllt, und darin bei trockner Luft völlig ausgetrocknet.

Aus den Schwertlilien bereitet man eine grüne Saftfarbe, indem man von denselben das dunkelste Blau abschneidet, die Blumen in einem Mörser zerstößt, etwas Alaun zusetzt, den Saft in einer vorher naß gemachten Leinwand auspreßt, und in Muscheln trocknet.

Eine blaugrüne Saftfarbe liefert das weinsaure Kupferoxydkali, das schon entsteht, wenn man Grünspan mit Weinstein zusammenreibt. Man bereitet es, indem man 4 Unzen Grünspan mit 1½ Unzen Weinsteinrahm unter Umrühren in einem Gefäße von Glas oder Steingut mit Wasser kocht, und die Auflösung zur trocknen Salzmasse abdampft; die man beim Gebrauche mit Gummiwasser auflöst. Eben so kann man als Saftfarbe den krystallisirten Grünspan gebrauchen, wenn man seine



Auflösung mit Weinstein versetzt. Auch dient dazu der Grünspan selbst, wenn man ihn mittelst Zucker auflöst.

Braune Saftfarben. Die Sepia, der eingetrocknete, in einem häutigen Beutel des sogenannten Tintenfisches (Sepia) befindliche Saft. Eine ähnliche Farbe kann man aus der Rinde des Roßkastanienbaumes bereiten, wenn man sie gröblich stößt, mit einer hinreichenden Portion Wasser einige Stunden kocht, dann die Brühe abseiht, etwas arabisches Gummi zusetzt, und eindickt. Diesen eingetrockneten braunen Saft findet man auch öfters aus der Rinde des Baumes selbst ausgeschwitzt. Ein ähnliches Braun bereitet man aus den äußeren dicken Schalen der wälschen Nüsse, nach der Zeitigung der Früchte, auf dieselbe Weise. Der eingedickte Süßholzsaft gehört ebenfalls hierher. Ein Auszug aus gebranntem und gepulverten Kaffee gibt ebenfalls eine braune Saftfarbe; eben so der Absud von Ruß, der Tabaksaft u. dgl. Alle gerbestoffhaltigen Pflanzentheile geben durch Auskochen verschiedentlich braun gefärbte Extrakte; wohin auch das Katechu gehört (vergl. Bd. III. S. 85), auch der im Wasser auflösliche Theil des Gummi Kino mit rothbrauner Farbe. Hierher gehört auch der Bister (s. d. Art).

Tuschfarben.

Zu der Wassermahlerei werden nicht bloß Saftfarben, sondern auch Deckfarben (erdige und Lackfarben) verwendet, und für diesen Gebrauch werden diese Farben mit Gummiwasser abgerieben, in zinnernen Formen in viereckige Stücke geformt, und in eigenen Farbenkästchen zusammengestellt. Sie führen nach ihrem Vorbilde, dem chinesischen Tusche, den Nahmen Tuschfarben. Bei ihrer Bereitung darf nur so viel arabisches Gummi zugesetzt werden, als zu ihrem festen Zusammenhalte nothwendig ist. Um das durch Gummi allein leicht erfolgende Abspringen zu verhüthen, setzt man etwas weißen Zucker zu. Vor dem Einformen müssen sie zuerst trocken auf einem Reibsteine möglichst fein, hernach mit Gummiwasser (am besten aus weißem schönen Senegalgummi) zur gehörigen Konsistenz abgerieben werden. Die Formen werden vor dem Einlegen der gummirten Farbenmasse mit etwas Mandelöhl sparsam ausgestrichen,

um das Ausheben der geformten Stücke zu erleichtern, die dann langsam im Schatten und unter Bedeckung mit Papier getrocknet werden. Der Bd. I. S. 42 beschriebene Ofen kann bei größerer Fabrikation mit Vortheil zu diesem Abtrocknen verwendet werden.

Die Materialien zu diesen Tuschfarben sind alle diejenigen, welche unter den bisherigen drei Rubriken aufgeführt worden sind; im Besondern sind gebräuchlich für schwarze: ausgeglühter Kienruß oder Lampenruß, Beinschwarz, dem auch etwas weniges fein geriebenes Berlinerblau (Pariserblau) beigesetzt werden kann; für weiße: Bleiweiß; für blaue: Berlinerblau, Bergblau, Kobaltblau; für gelbe: Neapelgelb, Gummigutt, Schüttgelb und andere gelbe Lackfarben (S. 406); für rothe: Zinnober, Karminlack; für grüne: Kupfergrün, Saftgrün, Mischung von Blau mit Gummigutt; für braune: Umbraun ꝛc. (S. 403 und 420).

Pastellfarben.

Eine andere Art der Zubereitung der erdigen oder Deckfarben sind die gefärbten Zeichenstifte (s. Bd. II., S. 454), und die Pastellfarben, die sich von ersteren hauptsächlich nur darin unterscheiden, daß sie nicht in Holz gefaßt sind, sondern durch Rollen, Pressen oder Gießen in zylindrische Stücke geformt werden. Ihre Grundlage ist weißer geschlämmter Thon (Pfeifenerde), auch gebrannter Gyps. Die Farben werden damit unter Zusatz von etwas Gummiwasser zusammengerieben. (Ausführliche Nachrichten über diese und andere Farbenbereitungen findet man in »Hochheimers chemischer Farbenlehre ꝛc. 3 Thle. Leipzig 1792—1797,« und über die Behandlung der Farben in der Mahlerei in der Schrift: »de la peinture à l'huile, par Merimée. Paris 1800.«)

Farbmühle.

Diejenigen Farben, welche nicht, wie die Saftfarben, im Wasser löslich sind, also die eigentlichen Deckfarben, nämlich die erdigen und die Lackfarben, müssen vor ihrer Anwendung in dieser oder jener Form, sie mögen nun mit Wasser oder Öhl ge-

braucht werden, möglichst fein gerieben werden, weil sie nur durch diese feine Zertheilung unter dem Pinsel gehörig zu bearbeiten sind, die Fläche rein und gleichförmig decken, zum Theil auch nur durch dieselbe die gehörige Farbnüanze erhalten. Im Kleinen geschieht dieses Zerreiben im trockenen Zustande in einer Reibschale (aus Glas, Steingut, Serpentin) mit dem Pistill aus derselben Masse; im feuchten Zustande auf dem Reibsteine, einer harten, mit einer glatten Oberfläche versehenen hinreichend starken Platte, gewöhnlich aus dichtem Kalkstein, Marmor oder Porphyr, mit Hülfe des Läufers, eines kegelförmigen Steines derselben Art mit einer breiten, ebenfalls glatten Grundfläche. Die Farben werden darauf erst trocken gerieben, und dann mit Zusatz von Wasser oder von Öhl oder Öhlfirniß zur möglichsten Feinheit und zur Konsistenz eines dicken Breies gebracht. Mittelst eines Spatels von Holz oder Horn wird während der Arbeit die ausgebreitete Farbe gegen die Mitte des Steines und unter den Läufer zusammen gebracht. Die Arbeit wird erleichtert, wenn man dem Reibsteine eine etwas konkave Fläche gibt, und die untere Fläche des Läufers nach demselben Halbmesser konvex formt. Die geriebenen Öhlfarben werden entweder sogleich verbraucht, oder in Schweinsblasen gefüllt (in der Menge von ½ bis 1 Unze); und fest verbunden, in welchem Zustande sie lange aufbewahrt werden können. Beim Gebrauche sticht man mit einer Nadel eine Öffnung in die Blase, und drückt von der Farbe so viel nöthig auf die Palette.

Zum Reiben von Farben in größeren Quantitäten ist diese Methode zu wenig ausgiebig, für manche Farben, welche schädliche Dünste verbreiten, auch der Gesundheit des Arbeiters nachtheilig; man verwendet daher dazu eigene Vorrichtungen, welche die Arbeit mehr fördern, Farbmühlen. Diese dienen entweder zum Zerreiben der trockenen Farbe, oder mit dem Zusatz von Wasser oder Öhl. Mühlen verschiedener Art zum Zerkleinern und Pulvern trockener Körper werden in dem Art. Mühlen erwähnt; hier ist es hinreichend, nachstehende in der Fig. 3, Taf. 94 abgebildete Vorrichtung zu beschreiben, welche besonders zum trockenen Zerreiben von Farben dient, indem sie zu diesem Gebrauche mit Vortheil sowohl die Reibschale, als auch die in einer

Schüssel mit sphärischem Boden herum bewegten eisernen Kugeln (wie diese zum Zerreiben des Indigs gebraucht werden) ersetzt. l ist der Mörser oder die Reibschale, ein konkav ausgehöhlter harter Stein mit glatter Fläche; m der birnförmige Läufer oder Pistill, aus demselben Steine, dessen untere Fläche nach derselben Krümmung abgerundet ist; in dem oberen Theile dieses Läufers ist eine mit der Handhabe p versehene eiserne Achse mit dem viereckigen Ende befestigt, die sich als in Zapfenlagern in zwei Einschnitten o bewegt, die in den beiden in der Wand horizontal befestigten Holzstücken n angebracht sind; durch zwei Stifte wird die Achse in diesen Einschnitten festgehalten. Am obern Ende der Achse ist das Gewicht r aufgesteckt, um auf den Läufer einen beliebig verstärkten Druck auszuüben. Der Läufer m, der mit der Achse in der Fig. 4, für sich vorgestellt ist, ist nach seiner Mitte und in der Richtung der Achse mit einem Schlitze s versehen. Der vorher gröblich zerstoßene Indig oder eine andere Farbe wird in die Schale über den Läufer geschüttet; beim Umdrehen fallen dann die Stückchen in den Schlitz, gelangen von hier unter die Unterfläche des Läufers, werden zermalmt, und nach außen gegen die Wand der Schale getrieben, von wo die gröberen Theile wieder in den Schlitz zurückfallen, um neuerdings zermalmt zu werden, welche Operation man fortsetzt, bis der Indig zum feinsten Pulver gebracht ist. Man hebt dann nach Ausnehmung der Stifte o den Läufer aus der Schale, und nimmt die Farbe heraus. Während der Arbeit wird die Schale mit einem aus zwei Hälften bestehenden Deckel geschlossen.

Um die Farbe mit Wasser oder Öhl zu reiben, hat man verschiedene, zum Theil ohne Noth komplizirte Mechanismen ausgedacht. Die beiden im Nachfolgenden beschriebenen erfüllen vollkommen ihren Zweck. Die zunächst zum Reiben von Mahlerfarben bestimmte Maschine ist in der Fig. 6, Taf. 94 vorgestellt. A ist ein steinerner Zylinder, aus dichtem Marmor, 16—18 Zoll im Durchmesser, und 4—5 Zoll breit, der nach Art eines Schleifsteins in einem Zapfenlager auf dem Gerüste G ruht. B ist ein nach derselben Krümmung ausgehöhlter Stein derselben Art, welcher in dem hölzernen Rahmen a b mittelst Kitt befestigt ist. Mittelst eines Charniers i ist dessen unteres Ende mit dem Gerüste

verbunden, so daß dieser Rahmen mit dem Steine zurück geschlagen werden kann. Die Länge dieses Steines beträgt etwa ein Drittheil der Peripherie des Zylinders. C ist ein Bogen von Eisen von etwa 1 Zoll Breite, der bei f an das Gerüste befestigt, mit dem andern Ende c aber mit einer Flügelschraube mit dem oberen Theile b des Rahmens verbunden ist, und dazu dient, den letzteren auf den Zylinder nieder zu drücken, und ihn in stätiger Lage zu erhalten. K ist ein eiserner, um den Zapfen d beweglicher Rahmen, an dessen vorderem Theil D eine Streichklinge aus einer etwa ½ Zoll breiten Uhrfeder befestigt ist, die sich schief an die runde Fläche des Zylinders anlegt, um von derselben die Farbe abzustreifen, wenn sich diese nach aufwärts bewegt. H ist ein Schubbret, auf dem sich das Gefäß befindet, das die geriebene Farbe aufnimmt, und daß man herausziehen kann, um es von der Farbe zu reinigen, die von dem Zylinder etwa auf dasselbe fällt; k ist ein Schubkasten, welcher Sägespäne oder die Abschabsel der Gerber von den Häuten enthält, um mit denselben den Zylinder und den konkaven Stein abzuputzen, wenn eine andere Farbe abgerieben werden soll. Die Farbe wird vorher in einem Mörser oder mit der vorher beschriebenen Vorrichtung trocken gepulvert, dann mit dem Öhl oder dem Wasser vermengt, und mit einer Spatel bei M auf den Zylinder getragen, durch dessen Umdrehung sie unter den konkaven Stein geführt, und gleichmäßig über dessen runder Fläche ausgebreitet wird. Ist die Farbe gehörig zerrieben, so wird die Streichklinge D, die während dem zurückgeschlagen war, an den Zylinder angelegt. wodurch die Farbe abgestrichen, und in dem untergesetzten Gefäße aufgesammelt wird. Um das Auftragen der Farbe bei M zu erleichtern, kann hier auch ein Trichter in prismatischer Form angebracht werden, durch dessen Schlitz, der etwa zwei Drittheile der Breite des Zylinders zur Länge hat, die Farbe auf den letzteren austritt. Es ist gut, das Stück E, an welchem der untere Theil des Rahmens a mit dem konkaven Steine durch das Charnier i befestigt ist, beweglich zu machen, und es mittelst eines in demselben befindlichen Schlitzes durch eine starke Stellschraube an dem Gerüste zu befestigen, damit man den konkaven Stein der krummen Fläche des Zylinders beliebig nahe rücken kann.

Die Fig. 5, Taf. 94, stellt die allgemeine Farbmühle vor, deren man sich zum Zerreiben von Farben aller Art, Erden, Glasuren rc., mit Wasser bedient, und die im kleinern und größeren Maßstabe ausgeführt werden kann. Für solche Mühlen, die noch mit der Hand getrieben werden, haben die Steine einen Durchmesser von 15 bis 24 Zoll. Auf einer solchen Mühle wird auch der Indig mit Wasser gemahlen (Bd. II., S. 216). a und b sind zwei zylindrische Steine, nach Art der Mühlsteine, am besten aus dichtem Kalkstein oder Marmor, deren innere Flächen gut geebnet sind; b ist der unbewegliche Bodenstein, a der Läufer, c der mit dem Läufer in Verbindung stehende Drilling, h ein hölzerner mit Eisen gebundener, an den Bodenstein anschließender Zylinder (die Zarge), mit welchem der Läufer umgeben ist, und welcher bei g die Ausflußröhre für die gemahlene flüssige Farbe hat. Der Läufer ruht mittelst des Quereisens k (der Haue) auf der senkrechten Achse d (dem Mühleisen), deren unteres Ende in einer Pfanne auf dem Träger e ruht, welcher durch die Schraube f höher oder niedriger gestellt werden kann, um dadurch den Läufer dem Bodensteine mehr oder weniger zu nähern. Durch die mittlere Öffnung des Läufers (dem Läuferauge) wird die Farbe mit dem Wasser aufgegeben, oder die schon abgelaufene neuerdings aufgeschüttet, wenn sie noch feiner gemahlen werden soll.

Der Herausgeber.

Fäulniß-Abhaltung.

Die an der Luft, unter dem Einflusse von Feuchtigkeit und Wärme, von selbst vorgehende Zersetzung thierischer Stoffe oder solcher Pflanzenstoffe, welche Stickstoff in ihrer Mischung enthalten, wird Fäulniß genannt. Während derselben erfolgt eine gänzliche Zersetzung der näheren Bestandtheile, indem sich die einfachen Stoffe zu neuen, größten Theils gasartigen, Verbindungen vereinigen. Es wird Sauerstoff aus der Luft aufgenommen, und in Kohlensäure verwandelt; ein Theil des Wasserstoffs bildet mit dem Sauerstoffe Wasser, ein anderer mit dem Stickstoffe, mit dem Kohlenstoffe, mit dem Phosphor und Schwefel, Ammoniakgas, Kohlen-, Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas, welche

Gasarten den widrigen Geruch verursachen, welchen die faulenden Körper verbreiten. Zuletzt bleibt ein zerreiblicher erdähnlicher Rückstand, der aus Moder und Kohle besteht. Pflanzenstoffe, welche keinen Stickstoff enthalten, wie die holzigen Theile der Pflanzen, erleiden die ähnliche Zersetzung viel langsamer und auf eine verschiedene Weise, indem sie vermodern. Bei diesen erleiden zuerst die Pflanzensäfte, mit denen sie erfüllt sind, unter der Beihülfe von Feuchtigkeit und Wärme eine saure Gährung; dadurch, und durch die Einwirkung der gebildeten Säure, verlieren die Fasern, aus denen ihre Substanz besteht, ihren Zusammenhang; und zerfallen allmählich durch fortwährende Zersetzung zu demselben Moder, eine dem oxydirten Extraktivstoffe ähnliche, in Alkalien auflösliche Verbindung. Diese Zersetzung der nicht stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe erfolgt ohne unangenehmen Geruch, da hier die Entwickelung der oben genannten übel riechenden Gasarten fehlt. Durch Vermengung der Pflanzenstoffe mit thierischen Theilen, wie beim Miste oder Dünger, geht diese Zersetzung schneller von Statten, indem die thierischen Theile als eine Art von Ferment zur Zersetzung der Pflanzentheile wirken. Die vegetabilischen Säuren, die Harze, die fetten und flüchtigen Öhle gehen nicht in Fäulniß über.

Der gegenwärtige Artikel hat zum Zwecke, die Grundsätze und Verfahrungsarten zu erörtern, nach welchen für verschiedene technische Anwendungen das Verderben der Körper durch Fäulniß verhüthet werden kann, um ihre Erhaltung und Aufbewahrung auf längere oder kürzere Zeit zu bewirken.

I. Bedingungen zur Abhaltung der Fäulniß.

Die Bedingungen, unter denen die Fäulniß hintangehalten wird, sind 1) die chemische Veränderung der stickstoffhaltigen Theile; 2) die Entfernung des Wassers; 3) der Mangel an Wärme; 4) die Entziehung des Sauerstoffgas.

1) Die chemische Veränderung der stickstoffhaltigen Theile.

Derjenige Stoff, welcher in abgestorbenen thierischen Theilen zuerst von der Fäulniß ergriffen wird, und diese dann auf

die übrigen mehr festen und faserigen Theile fortpflanzt, ist das Eiweiß, wie es, mit mehr oder weniger Wasser verbunden, in allen Säften des thierischen Körpers vorhanden ist. Auch in den Pflanzenstoffen, die in die Fäulniß treten, ist es diese Substanz, welche zunächst diese Zersetzung erleidet; daher jene Vegetabilien derselben um so mehr unterworfen sind, und ihre Fäulniß jener der thierischen Stoffe um so mehr ähnlich ist, je größer ihr Gehalt an eiweißartigem Safte ist; z. B. die Schwämme, die Kohlarten 2c. Dieses Eiweiß geht, in Wasser aufgelöst, an der Luft bei gehöriger Wärme leicht in Fäulniß über; dagegen es im koagulirten Zustande eben so wenig als der Faserstoff für sich der Fäulniß unterliegt; indem es im Gerinnen das vorher mit ihm verbundene Wasser ausscheidet, und dann leicht an der Luft austrocknet. Diejenigen Mittel also, welche dasselbe durch Gerinnen unauflöslich zu machen, oder in eine neue unauflösliche, der Fäulniß widerstehende Verbindung zu bringen im Stande sind, werden die Fäulniß um so mehr hindern, je vollkommener sie diese Wirkung leisten. Sobald in den Säften, welche die thierischen Theile erfüllen, das Eiweiß geronnen ist; kann das nun nicht mehr gebundene Wasser leicht verdünsten, so daß die mit dem festen Eiweiß verbundene Faser an der Luft leicht austrocknet, und eine Zersetzung nicht mehr Platz greifen kann.

Auf diese Art wirken die Säuren, welche das Eiweiß, ohne es aus seiner Auflösung zu fällen, indem sie sich damit verbinden, in den Zustand des Gerinnens versetzen, in welchem es der Zersetzung mehr widersteht; besonders der Essig, die Zitronensäure, Weinsteinsäure 2c.

Der Gerbestoff verbindet sich mit den eiweißartigen und häutigen Theilen, und bewirkt eine unauflösliche Verbindung, die der Fäulniß widersteht, worauf das Gerben der Häute beruht.

Alkohol, Terpentinöhl und andere flüchtige Öhle koaguliren ebenfalls das Eiweiß, und schützen es dadurch vor Fäulniß. Die ausgezeichneteste Wirkung dieser Art leistet die Holzsäure durch das in ihr von Reichenbach entdeckte Kreosot. Dieses eigenthümliche flüchtige Öhl hat eine so aus-

gezeichnete Wirkung zur Koagulirung des Eiweißes, daß schon die in der Holzsäure enthaltenen geringeren Mengen desselben hinreichen, thierische Theile durch Benetzung mit derselben gänzlich vor Fäulniß zu schützen, auf welcher Wirkung das Erhalten des Fleisches durch Räuchern beruht, und die gegen Fäulniß schützende Wirkung des Holztheers, in welchem dasselbe Kreosot in Verbindung mit Essigsäure vorhanden ist. In der Holzsäure ist es durch die Essigsäure aufgelöst, mit welcher es sich im konzentrirten Zustande in jedem Verhältnisse verbindet: die stark mit Wasser verdünnte Säure, wie die gewöhnliche Holzsäure, behält 5 Prozent des Öhls aufgelöst.

In Fällen, wo man eine stärkere Sättigung der Säure mit dem brenzlichen Öhle nöthig hat, kann man die gewöhnliche Holzsäure, wie sie von der Verkohlung kommt, auf etwa 60° R. erhitzt, so lange mit verwittertem Glaubersalz versetzen, als noch etwas aufgelöst wird, wodurch sich das Öhl aus der heißen Flüssigkeit ausscheidet, und oben auf schwimmt, wo es sogleich abgezogen wird, weil es beim Erkalten der Flüssigkeit untersinken würde (da es ein größeres spezifisches Gewicht als Wasser hat). Dieses Öhl, das außer Kreosot noch einige andere brenzliche Produkte enthält, kann man nun in einer mehr konzentrirten Essigsäure oder auch in Weingeist auflösen. Von dem reinen Kreosot nimmt das Wasser 1¼ Prozent auf (Kreosotwasser). Im Alkohol löset es sich in jedem Verhältnisse auf (s. Art. Holz).

Die Erd- und Metallsalze sind gleichfalls wirksame Mittel zur Ausscheidung des Eiweißes aus seiner wässerigen Auflösung, indem sich ihre Grundlagen oder basische Salze mit dem Eiweiße zu einer unauflöslichen Verbindung vereinigen. Sie hindern daher die Fäulniß um so mehr, je vollständiger sie diese Fällung bewirken. Auch die alkalischen Salze, wie Kochsalz, Salmiak, Salpeter, Weinstein, wirken der Fäulniß entgegen, jedoch in minderem Grade, und auf eine indirekte Weise, indem sie nicht unmittelbar das Eiweiß fällen, sondern durch Entziehung eines Theils des Wassers es weniger zur Fäulniß geneigt machen (s. weiter unten). Unter den Erdsalzen ist am wirksamsten der Alaun, der sich als basisches Salz mit dem Eiweiß ver-

bindet: er wirkt dreißig Mahl so stark als Kochsalz, und sieben bis acht Mahl so stark als Salpeter.

Mit dem Alaun kann auch zugleich Kochsalz angewendet werden, wie dieses bei der Bereitung des alaungaren Leders der Fall ist.

Noch stärker antiseptisch wirken die Metallsalze, da diese mit dem Eiweiß noch festere Verbindungen eingehen. Hierher gehören der Eisenvitriol und das schwefelsaure Eisenoxyd, das Zinnchlorid oder salzsaure Zinnoxyd, der Bleiessig, das Quecksilberchlorid (Sublimat), welche letztere Salze jedoch wegen ihrer giftigen Eigenschaft nur in Fällen, wo kein Schaden zu befürchten ist, eine Anwendung finden können. Auch salpetersaures Silber wirkt der Fäulniß entgegen, wozu eine Auflösung dieses Salzes in 500 Theilen Wasser hinreicht.

2. Entfernung des Wassers.

Auch in denjenigen Fällen, in denen keine Ausscheidung des Eiweißes im geronnenen Zustande, oder als ein fester Niederschlag durch Wirkung eines fremden Körpers aus den thierischen Säften Statt findet, kann die Fäulniß, wie jede Art von Gährung, nicht eintreten, wenn dem Körper das Wasser mehr oder weniger entzogen wird. Denn das Eiweiß geht unter denselben Umständen um so später in Fäulniß, in je weniger Wasser es aufgelöst ist, und im ausgetrockneten Zustande ist es eben so unveränderlich, als alle übrigen Bestandtheile der thierischen und Pflanzenkörper im trockenen Zustande es sind. Das partielle oder gänzliche Austrocknen der Körper ist also ein allgemeines Mittel gegen die Fäulniß. Auf diese Art werden Früchte, Gemüse, Kräuter, Fische, Fleisch, durch das Austrocknen vor dem Verderben geschützt. Ist die Luft nicht kalt und trocken, so daß die Verdünstung der Flüssigkeit nicht früher Statt finden kann, ehe die faulende Zersetzung eintritt; so muß sie durch einen steten Wechsel trockener, künstlich erwärmter Luft (in Trockenstuben rc.), und durch das Zertheilen der Massen in kleinere Stücke beschleunigt werden. Bei einer Temperatur unter 48° R. trocknet das Eiweiß aus, ohne zu gerinnen, und ist dann wieder im kalten Wasser mit seinen vorigen Eigenschaften auflöslich: soll beim künstlichen Trocknen da-

her das Fleisch nicht so verändert werden, daß es bei dem nachherigen Kochen noch dem frischen Fleische ähnlich bleibt; so darf beim Trocknen diese Wärme nicht jenen Grad erreichen. Das Fleisch der Thiere hält das in den eiweißartigen Säften gebundene Wasser stark an sich, und das bloße Austrocknen würde nur unter sehr günstigen Umständen der schnell eintretenden Fäulniß voreilen können. Man salzt daher das zu trocknende Fleisch vorher ein, wozu das Bestreuen oder Einreiben von Kochsalz, dem auch mitunter etwas Salpeter und Zucker beigesetzt wird, dient.

Diese alkalischen Salze wirken hier in der Art, daß sie zu ihrer Auflösung Wasser aufnehmen, folglich die wässerige Auflösung des Eiweißes konzentriren, und sowohl durch diese Verdikkung, als durch die Umwandlung der wässerigen Flüssigkeit in Salzwasser, welches überhaupt der Gährung thierischer Theile weniger günstig ist, als reines Wasser, endlich durch die Entfernung der in den thierischen Theilen erhaltenen Luft, an deren Stelle die Salzauflösung tritt, die Fäulniß hintanhalten. Daher trocknet das vorher gesalzene Fleisch an der Luft viel schneller und ohne Zersetzung aus, als das frische ungesalzene. Auch wird das Trocknen des Fleisches durch vorhergehendes Kochen oder Behandeln mit heißem Wasser befördert, wodurch Gerinnung des Eiweißes und Abscheidung des Wassers von demselben bewirkt wird.

Zur Entfernung des zur Fäulniß nöthigen Wassers aus thierischen Substanzen wirkt auch der Alkohol auf dieselbe Weise, sowohl durch Entziehung des Wassers aus den eiweißartigen Flüssigkeiten, als durch seine Vermischung mit dem mit den thierischen Theilen noch verbundenen Wasser. Der Zucker wirkt eben so, wenn dem zu erhaltenden Körper so viel zugesetzt wird, daß das Wasser, welches er aus demselben zu seiner Auflösung abzuscheiden fähig ist, nur hinreicht, ihn in einen dicken Syrup zu verwandeln, da letzterer keiner Gährung mehr ausgesetzt ist; worauf das Einmachen von Früchten und süßen Pflanzensäften beruht. Eine Umgebung von pulverigen Substanzen, welche Feuchtigkeit anziehen, z. B. Kohlenpulver, trockener Sand, wirken auf ähnliche Weise, wenn die Feuchtigkeit nach außen durch eine trockene Luft abgeführt werden kann: so das Erhalten von Leichnamen in dem trockenen Sande warmer Länder.

3. Mangel an Wärme.

So wie zu jeder Art von Gährung, so ist auch zur Fäulniß ein gewisser Wärmegrad erforderlich. In einer feuchten oder mit Wasserdämpfen gesättigten, folglich die Austrocknung nicht begünstigenden, warmen Luft von 20° bis 25° R. geht die Fäulniß am schnellsten vor sich: sie mindert sich mit der Abnahme der Temperatur und bei der Frostkälte, oder einigen Graden über derselben hört sie auf. In der Frostkälte und im gefrornen Zustande bleibt das Fleisch der Thiere daher stets, und selbst Jahrtausende lang, wie ein im Polareise aufgefundenes Mammuth bewiesen hat, unverändert. In gemäßigten Klimaten erhält man auf diese Art das Fleisch, indem man es in Eisgruben mit Schnee oder Eis umgibt. Selbst die niedrigere Temperatur, welche in tiefen Kellern, in Brunnen ꝛc. Statt findet, reicht im Sommer hin, den Eintritt der Fäulniß zu verzögern.

4. Entfernung des Sauerstoffgas.

Die Zersetzung eines Körpers durch Fäulniß wird zuerst durch Aufnahme von Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft eingeleitet (S. 429), und daher auch durch die Entfernung dieser Einwirkung die Fäulniß gehindert. Es ist dabei nicht hinreichend, daß die sauerstoffhaltige Luft aus der Umgebung des Körpers entfernt werde, sondern es muß auch das zwischen den Theilen und Gefäßen desselben eingeschlossene Sauerstoffgas weggeschafft werden, da dieses in vielen Fällen allein hinreicht, unter günstigen Umständen die Fäulniß einzuleiten. Dieses letztere geschieht am leichtesten durch eine mäßige Erhitzung, wodurch die Luft in einigen Fällen vermöge der Ausdehnung ausgetrieben, in den meisten mit einigen oxydablen Stoffen, welche der Körper enthält, besonders dem Extraktivstoffe, verbunden, und dadurch von der Einwirkung auf die der Fäulniß fähigen Theile entfernt wird. Hierauf beruht die weiter unten erwähnte Appert'sche Methode. Nach derselben Art kann man Milch, Fleischbrühe, eine Auflösung von Gallerte ꝛc. lange frisch erhalten, wenn man sie täglich einmahl oder einen Tag um den andern bis zum Sieden erhitzt. Das Sauerstoffgas aus der Umgebung wird abgehalten, durch Verschließung des Körpers in einem luftdichten Gefäße, oder in

einem Behälter, in welchem durch brennenden Schwefel oder Phosphor der Sauerstoff der Luft verzehrt worden; durch Eintauchen in luftfreies oder mit schwefeliger Säure versehenes Wasser, in Öhl, Zuckersaft 2c.; durch Überziehen mit Wachs, Fett, Gallerte, Gummi 2c.; durch Umgeben mit Sand, Spreu, Sägespänen, Kohlenpulver. Das letztere ist besonders wirksam, da es nebst der Abhaltung der Luft auch zugleich Sauerstoffgas mit sich zu verbinden fähig ist.

Bringt man Fleisch in ein mit schwefeligsaurem Gas gefülltes Gefäß, das man verschließt; so wird das Gas absorbirt, und das Fleisch erhält sich unverdorben: dasselbe ist der Fall, wenn das Gefäß mit Ammoniakgas gefüllt ist. Nach 76 Tagen hatte solches Fleisch noch ein frisches Ansehen, und trocknete dann an der Luft leicht aus.

II. Besondere Verfahrungsarten.

Auf diesen Grundsätzen und Erfahrungen beruhen die verschiedenen Verfahrungsarten, welche zur Erhaltung der Körper vor Fäulniß und Verderben angewendet werden. Man muß hierbei zwischen denjenigen Körpern unterscheiden, bei denen nur unmittelbar die so viel möglich vollständige Erhaltung Zweck ist, wie die naturhistorischen und anatomischen Präparate, und denjenigen, welche als Nahrungsmittel dienen, da bei letzteren alle Mittel entfernt bleiben müssen, die eine schädliche Einwirkung haben könnten. Als weitere Erläuterung und Anwendung der im Vorigen angegebenen Grundsätze kann daher hier noch Folgendes mitgetheilt werden.

Zur Erhaltung thierischer Körper bei so viel möglich unveränderter Beschaffenheit und Textur der Theile ist die gewöhnliche Methode ihre Aufbewahrung in Weingeist von 65 bis 75 Prozent Alkoholgehalt. Man kann in demselben auch Kampfer auflösen, auch seinen Wassergehalt mit Kochsalz sättigen. Die Mündung des Glasgefäßes wird mit einer doppelten Rindsblase fest überbunden, die man, um die Verdünstung des Wassers aus dem Weingeiste zu hindern (Bd I., S. 225), an der äußern Seite mit einem Terpentinfirniß überziehen kann. Wahrscheinlich wäre die Versetzung des Weingeistes mit etwas

Kreosot von Nutzen, um die nach längerer Zeit Statt findende auflösende Wirkung des Alkohols auf die thierischen Theile zu hindern. Mit diesem Zusatze könnte dann auch ein schwächerer Weingeist, etwa von 50 Prozent Alkoholgehalt, angewendet werden.

Statt des Alkohols kann auch, und zwar viel wohlfeiler, Wasser angewendet werden, welches mit schwefeliger Säure versetzt ist. Ein geringer Zusatz von Kreosot dürfte auch hier, um die weicheren thierischen Theile gegen die Wirkung des Wassers mehr zu befestigen, wirksam seyn. Eine Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd wirkt ebenfalls sehr gut antiseptisch, hat aber den Nachtheil, daß sich mit der Zeit basisches Oxydsalz auf die aufbewahrten Stoffe absetzt, und ihre Textur unkenntlich macht.

Nach Tauffier verdient rücksichtlich der unveränderten Erhaltung der thierischen Theile den Vorzug vor dem Alkohol, wenigstens in den meisten Fällen, eine Auflösung des Zinnchlorids oder salzsauren Zinnoxyds (durch Auflösung von Zinn in Königswasser) (S. 380) in 20 Theilen Wasser, das mit etwas Salzsäure geschärft ist.

Zur Einbalsamirung und mumienartigen Austrocknung thierischer Körper sind die wirksamsten Mittel eine Auflösung des Quecksilberchlorids und die Holzsäure. Bei der Gefahr der Manipulation mit jenem Quecksilbersalze, und bei dem Umstande, daß man bei der nunmehrigen Bekanntschaft mit dem Kreosot es in der Gewalt hat, eine beliebig starke Auflösung des letzteren in Essigsäure oder in Weingeist (die Reinigung des Kreosots von den übrigen brenzlichen Beimengungen ist hier nicht nothwendig) auf die oben angezeigte Weise herzustellen, dürften sich wohl die künftigen Operationen dieser Art ganz allein auf die zweckmäßige Anwendung dieses Mittels beschränken, das mit einer solchen Energie antiseptisch wirkt, wie keine andere bekannte Substanz. Es ist nach den Nachrichten, welche Plinius gibt, nicht zu bezweifeln, daß die Holzsäure das wesentliche Mittel bei der Bereitung der egyptischen Mumien war, denen noch wohlriechende Harze rc. zugesetzt wurden.

Aufbewahrung von Nahrungsmitteln.

Fleisch. Die gewöhnlichen Erhaltungsmittel desselben sind das Trocknen, Räuchern, Einsalzen und Einsäuern.

Trocknen des Fleisches. Die beste Trocknungsmethode des Fleisches ist folgende. Es wird in Stücke von 2 bis 6 Unzen geschnitten, 5 bis 6 Minuten lang in siedendes, oder der Temperatur des Siedens nahe gehaltenes Wasser getaucht, und dann auf Flechtwerk in eine Trockenstube gebracht, deren Wärme auf 40° R. erhalten wird, die übrigens mit dem nöthigen Luftabzuge versehen ist. Um von dem Fleischertrakt, welches sich beim Eintauchen in das siedende Wasser mit dem letztern verbindet, nichts zu verlieren, nimmt man keine große Menge Wasser, sondern nur hinreichend, um das Fleisch portionenweise nach und nach in dasselbe einzutauchen, so daß es sich allmählich zu einer Auflösung von Gallerte bildet; während man von Zeit zu Zeit das verdünstete Wasser durch frisches ersetzt. Es ist gut, diesem Wasser Kochsalz, auch etwas Gewürze, besonders Koriander, zuzusetzen. Sobald das Abbrühen des Fleisches in demselben beendiget ist, dampft man es bis zur Gallert=Konsistenz ab, um es nach dem Austrocknen des Fleisches sogleich weiter zu der Operation des Übergießens zu verwenden. In zwei Tagen ist das Austrocknen des Fleisches in der Trockenstube vollendet, wobei es etwa zwei Drittel seines Gewichts verloren hat. Dieses vollkommen ausgetrocknete Fleisch taucht man nun Stück für Stück in das zum Abbrühen verwendete Fett= und gallerthaltige Wasser, nachdem dieses neuerdings erwärmt worden ist, und bringt das Fleisch abermahls in die Trockenstube, um diesen Überzug zu trocknen, welche Operation man zwei bis drei Mahl wiederhohlt, damit der Gallertüberzug gehörig dick und gleichförmig verbreitet werde. Das auf diese Weise getrocknete Fleisch hält sich Jahre lang, gibt bei dem Kochen ein dem frischen Fleische sehr nahe kommendes Gericht, und ist deßhalb dem eingesalzenen Fleische weit vorzuziehen. Das Austrocknen wird beschleunigt, oder es können größere Stücke Fleisch verwendet werden, wenn dasselbe vorher mit Kochsalz versetzt wird, indem man es nach dem Abbrühen in ein Gefäß legt, mit Kochsalz bestreut, darauf eine Schichte Fleisch, dann wieder Salz u. s. w., und es so, bevor es in die

Trockenstube gebracht wird, 12 Stunden in dem Gefäße liegen läßt. Doch ist die erstere Methode, wenn das Fleisch bei dem Gebrauche dem frischen Fleische gleich kommen soll, vorzuziehen.

Das Räuchern. Es geschieht, indem das Fleisch vorher eingesalzen, oder mit Salz eingerieben, und dann dem Rauche ausgesetzt wird, indem man es in einem Rauchfange (so hoch, daß es nicht von der Hitze des Feuers leidet, aber doch noch Rauch und Wärme genug hat) oder in Rauchkammern (Behältnisse, die mit dem Rauchfange durch einen Seitenkanal in Verbindung stehen) aufhängt. Hier verbindet es sich mit der im Rauche enthaltenen brenzlichen Säure, und trocknet zugleich aus. Die Beschaffenheit des Rauches hat Einfluß auf Geruch und Geschmack des geräucherten Fleisches: Rauch von Buchen- und Eichenholz wird dem aus Tannen- oder Fichtenholze vorgezogen. Rauch von Wachholdergesträuch und Beeren, Rosmarin, Pfeffermünze u. dgl. theilen ihm nebenbei ein Arom mit. Ein langsames Räuchern bei gelindem Schmauchfeuer ist dem schnelleren bei starkem Rauche vorzuziehen, weil bei ersterem die brenzlichen Theile Zeit haben, mehr in das Innere einzudringen, ohne daß die äußere Fläche zu sehr austrocknet. Um das Anhängen von Ruß an dem Fleische zu verhindern, kann man es in Leinwand einbinden, oder vor dem Aufhängen mit Kleie bestreuen, die dann nach dem Räuchern wieder abgerieben wird.

Der Prozeß des Räucherns beruht auf der Wirkung der Holzsaure oder des mit ihr im Rauche verflüchtigten und auf das Fleisch einwirkenden Kreosots. Dieselbe Veränderung des Fleisches kann daher in viel kürzerer Zeit bewirkt werden, wenn man dasselbe in Holzsäure einige Stunden lang einlegt, und dann in der Luft zum Trocknen aufhängt, welches von selbst in mäßig warmer Luft erfolgt, ohne daß eine Spur von Fäulniß einträte. Bleibt das so getrocknete Fleisch einige Tage an der Luft liegen, so verliert es den brenzlichen Geruch, und ist dann geräuchertem Fleische ähnlich. Gewöhnlich trocknet jedoch das Fleisch bei dieser Behandlung stärker aus, als das auf gewöhnliche Art geräucherte, und kocht sich daher weniger weich, was wahrscheinlich in der mehr schnellen und konzentrirten Wirkung der Holzsäure ihren Grund hat, die in einigen Stunden dasselbe bewirkt, wozu beim

Räuchern ein Zeitraum von einigen Wochen gehört. Durch eine sukzessive Anwendung einer auf einen gewissen Grad verdünnten Holzsäure läßt sich daher wahrscheinlich die Konservirung des Fleisches als Nahrungsmittel mit derselben vervollkommnen, um das Räuchern zu ersetzen. Eine Infusion von Ruß (dem Glanzruße in der Nähe der Feuerherde) in Wasser wirkt auf dieselbe Art als schwache Holzsäure, da sie denselben wirkenden Bestandtheil enthält: daher beschleunigt man auch den Prozeß des Räucherns, wenn man das Fleisch vor dem Aufhängen mit dem Rußwasser wäscht.

Das Einsalzen. Man reibt das Fleisch mit Kochsalz (dem auch $^1/_{16}$ des Gewichts Salpeter und $^1/_{32}$ Zucker zugesetzt werden kann) so gut wie möglich ein, um das Salz in alle Spalten und Höhlungen zu bringen, bestreut es zuletzt noch mit Salz, läßt es dann 24 bis 48 Stunden liegen, und preßt es dann aus; das Fleisch wird dann neuerdings mit Salz bestreut, in Fässer gepackt und mit der Pökelbrühe übergossen, die man erhält, indem man die bei dem Auspressen abfließende Lake einkocht, und das Fleisch damit übergießt.

Auf gewöhnliche Weise für Haushaltungen, wo das Fleisch sich nicht so lange zu halten braucht, reibt man es wie vorher mit Salz ein, legt es in eine Tonne, deren Boden gleichfalls mit Salz versehen ist, und beschwert es mit Gewichten, wobei sich so viel Lake abscheidet, als zur Bedeckung nöthig ist. Sollte dieß nicht der Fall seyn, so übergießt man es mit einer Pökelbrühe, die aus einer Auflösung von 4 Pf Kochsalz, $1^1/_2$ Pf. Zucker und 4 Loth Salpeter in 20 Pf. Wasser besteht. Auf welche Art das Einsalzen mit dem Trocknen und Räuchern verbunden werde, ist vorher erwähnt worden.

Das Einsäuren. Das Einsäuren geschieht mit Essig, der auf das Eiweiß der thierischen Theile auflösend wirkt, und dadurch dessen Fäulniß verzögert (S. 331). Das Fleisch wird gewaschen und dann in starken Essig gelegt, oder letzterer heiß darüber gegossen. Oder man siedet es in Essig, läßt das Ganze zusammen erkalten, und stellt es in den Keller, wo es sich einige Monate lang erhält.

Frisches Fleisch läßt sich einige Monate lang in luft-

leerem Wasser aufbewahren (S. 336). Man legt auf den Boden eines Gefäßes ungerostete Eisenfeile oder gepulverten Schwefel, gießt Wasser in dasselbe, das man ausgekocht hat, um die Luft daraus zu entfernen, legt das Fleisch hinein, und gießt auf das Wasser eine Schichte Öhl von etwa $1/2$ bis 1 Zoll Dicke. Auf ähnliche Art läßt sich das Fleisch im Öhle lange Zeit erhalten, wenn das Gefäß, in welches das Fleisch gelegt worden, damit angefüllt wird. Beim Gebrauche drückt man das Öhl aus; der Rest scheidet sich beim Kochen ab, und kann abgeschöpft werden. Hieher gehört auch das Übergießen mit Fett, Butter 2c., wobei es gut ist, das Fleisch vor dem Einlegen erst abzubrühen, oder gelinde zu rösten.

Für die Aufbewahrung von Fischen dienen dieselben Methoden, und mehrere derselben sind im getrockneten, geräucherten, eingesalzenen oder marinirten Zustande Gegenstände des Handels. Das Mariniren der Fische besteht im Braten derselben auf dem Roste oder in Pfannen mit Öhl oder Butter, nachdem sie vorher gesäubert und mit Salz oder Essig behandelt worden sind. Nach dem Braten werden sie in ein Faß gelegt, und mit gekochtem Essig oder mit Öhl, oder mit beiden zugleich übergossen. In Eis gepackt lassen sich Fische auf weite Strecken versenden. Von dem Norden von England und Schottland kommen so den größten Theil des Jahres hindurch Lachse nach London. Sie werden in eine etwa 4 Fuß lange und 18 Zoll tiefe Kiste auf den Rücken gelegt, dann mit gestoßenem Eise bedeckt, das so fest wie thunlich zusammengedrückt wird: in diesem Zustande erhalten sie sich 14 Tage bis 3 Wochen frisch.

Lebendige Fische soll man 14 Tage lang ohne Wasser aufbewahren können, wenn man die Mäuler mit in Branntwein geweichter Brotkrume vollstopft, noch etwas Branntwein nachgießt, und sie in diesem betäubten Zustande in Stroh verpackt. In frischem Wasser leben sie dann nach einigen Stunden wieder auf.

Eier. In vielen Fällen ist die Aufbewahrung der als ein vorzügliches Nahrungsmittel dienenden Hühnereier von Wichtigkeit. Man muß dazu nur frisch gelegte verwenden. Im Wesentlichen besteht die Verfahrungsart in der Abhaltung der Luft; die

Schale ist nämlich mit Poren versehen, durch welche die Luft eindringt und die Fäulniß des an der Schale anliegenden Eiweißes möglich macht. In den Eiern ist jedoch selbst schon etwas sauerstoffhaltige Luft enthalten, und es ist zu einer vollkommenen Aufbewahrung derselben vortheilhaft, diese vorerst größtentheils zu entfernen oder unwirksam zu machen, welches dadurch geschieht, daß man die Eier etwa 5 Minuten lang in Wasser legt, das bis zu einer Temperatur von 50° R. erwärmt worden ist; sie nach dem Herausnehmen gut abtrocknet, sie sogleich mit Butter oder Ohl einreibt, und sie sonach in ein Gefäß einlegt, wo man sie mit einem pulverigen Körper umgibt, um die äußere Einwirkung der Luft abzuhalten. Dergleichen Körper sind Spreu, Sägespäne, feiner Sand, gesiebte Asche, gestoßener Zucker u. dgl. Man stellt dabei die Eier gewöhnlich mit ihrer Spitze auf. Derselbe Zweck wird erreicht, wenn man die in ein Gefäß eingelegten Eier mit Zuckersyrup übergießt.

Ein gutes Mittel besteht auch darin, die frischen Eier in eine Auflösung von arabischem Gummi in Wasser zu tauchen, und sie dann in Kohlenpulver zu legen und damit zu bedecken. Sie halten sich auf diese Art einige Jahre an einem kühlen Orte.

Auch in luftleerem Wasser lassen sie sich auf die S. 441 angezeigte Weise erhalten, indem man den Boden des Gefäßes mit Eisenfeile belegt, die Eier darin aufstellt, mit gekochtem Wasser übergießt, und die Oberfläche des letztern mit einer Schichte Ohl bedeckt. Auch Kalkwasser ist ein gutes Mittel zur Erhaltung der Eier. Man schichtet die Eier in einem Gefäße oder Bottiche über einander, löscht gebrannten Kalk mit so viel Wasser, daß daraus eine etwas starke Kalkmilch entsteht, und gießt diese über die Eier. In diesen Fällen ist das vorläufige Behandeln der Eier in heißem Wasser nicht nothwendig.

Ein sehr gutes Erhaltungsmittel besteht darin, daß man die frisch gelegten Eier mit einem großen Löffel 1½ bis 2 Minuten lang in siedendes Wasser hält, sie dann abtrocknet und im Keller auf Stroh aufbewahrt. Bei dieser Methode werden in einer Operation die beiden Zwecke der Austreibung der innern Luft und die Abhaltung der äußern erreicht, indem sich innerhalb der Schale

eine Schichte von geronnenem Eiweiße bildet, die das Eindringen der Luft hindert.

Sollen Eier einige Zeit so aufbewahrt werden, daß sie noch zum Brüten tauglich sind, so kann weder ihre Erhitzung, noch das Überziehen mit Fett Statt finden, sondern man muß sie in diesem Falle in einem kühlen Keller, dessen Temperatur nicht über 10° R. beträgt, oder durch Eis, oder durch die Nähe eines Eiskellers hinreichend niedrig erhalten ist (6° bis 8° R.), auf trocknes Stroh gelegt aufbewahren.

In trockener Luft aufbewahrt, wobei man die Eier mit dem spitzigen Ende in die passende Höhlung eines Bretes steckt, so daß die Luft sie von allen Seiten umgeben kann, halten sich die Eier für sich lange Zeit, indem sie durch ihre Poren allmählich Wasser verdünsten (täglich etwa $^3/_4$ Gran), wodurch sie allmählich zu einer festen Masse eintrocknen, die keinem weitern Verderben unterliegt. Legt man sie dann einige Zeit in Wasser, so absorbiren sie das letztere, und werden wieder den Eiern im frischen Zustande ähnlich. Diese Aufbewahrungsart kann in einer luftigen Bodenkammer vorgenommen werden. In den Kellern, deren Luft in der Regel mit Feuchtigkeit gesättigt ist, findet diese Austrocknung nicht Statt.

Um Eier für lange Zeit, zumahl für Seereisen, als Nahrungsmittel aufzubewahren, ist das sicherste Mittel das Eintrocknen der Eiersubstanz, wodurch zugleich bedeutend an Raum gewonnen wird. Man nimmt das Eiweiß mit dem Dotter aus der Schale, rührt beide in einer Schüssel oder einem verzinnten Kessel gut unter einander, und dampft die Mengung mittelst eines Wasser- oder Dampfbades bei einer Temperatur von höchstens 40° R. zu einem trockenen Pulver ein. Man bewahrt dieses in verstöpselten Glasflaschen auf. Beim Gebrauche löst man es in drei Theilen warmen oder kalten Wassers auf. Auf eine leichte und sichere Weise kann man, wenn das Produkt im Großen dargestellt werden soll, die Abdampfung im luftleeren Raume mit dem in Bd. I., S. 26 beschriebenen, und Taf. 1, Fig. 8 und 9 dargestellten Apparate vornehmen.

Das Getreide (Roggen, Weizen, Samenkörner aller Art, und das daraus bereitete Mehl) erhält sich für sich auf un-

bestimmbare Zeit, wenn es vorher wohl ausgetrocknet, vor dem Zutritte der Feuchtigkeit bewahrt wird. Trocknes Getreide kann sich, möglichst vor dem Zutritte von Feuchtigkeit geschützt, Jahrhunderte lang erhalten. Man bewahrt es daher auf trockenen, luftigen Böden auf; auch in trockenen, vor dem Zutritte des Regenwassers geschützten, vorher ausgebrannten und mit Stroh ausgelegten Gruben, in verschlossenen gemauerten Behältern u. s. w. Die Hauptsache ist, daß es, vor dem Aufbewahren und Einschließen, in einer warmen trockenen Luft oder an der Sonne, oder bei feuchtem Wetter mit Hülfe künstlicher Wärme möglichst ausgetrocknet werde. Gut getrocknetes Getreide ist auch dem Wurmfraße nicht ausgesetzt.

Damit das Mehl sich lange Zeit unverdorben erhalte, zumahl beim Transporte über See, muß man es entweder vorher bei einer Temperatur von 40° bis 50° R. in einer Trockenstube austrocknen, oder es aus Getreide mahlen, das vorher bei einer Wärme von 70° bis 80° R. auf einer flachen kupfernen Pfanne, oder einer Art Malzdarre getrocknet worden ist, wo es dann beim Mahlen nicht wieder genetzt werden darf. Es wird dann in dichten Fässern, zu welchen weder Wasser noch feuchte Luft Zutritt haben kann, eingepreßt.

Um Obstfrüchte länger als gewöhnlich im frischen Zustande zu erhalten, wendet man verschiedene Methoden an. Im Allgemeinen muß das Obst (Äpfel, Birnen etc.), das man länger aufbewahren will, mit Vorsicht vom Baume genommen werden, ohne daß es gedrückt oder gestoßen wird, oder irgend eine Verletzung erleidet. Das Abnehmen geschieht am besten an einem warmen trockenen Tage, und noch bevor es die völlige Reife erlangt hat. Nur die völlig gesunden und fehlerfreien Stücke wählt man zum Aufbewahren aus. 1) Man läßt sie 8 bis 14 Tage an einem luftigen Orte liegen, damit sie etwas abtrocknen, und legt sie dann in einem, wo möglich durch Eis kühl erhaltenen, Keller in trockene Spreu oder Häckerling, die auf Bretern ausgebreitet sind, so daß die Stücke einander nicht berühren. 2) Man umgibt die Früchte mit ganz feinem Sande, den man vorher gut ausgetrocknet hat, in einem Gefäße, in welches sie, ohne sich zu berühren, mit dem Sande eingelegt werden, und bewahrt sie an

einem kühlen Orte. 3) Man taucht sie in schmelzendes Wachs, so daß auch die Stiele damit überzogen werden. 4) In einer gewölbten Kammer legt man die Äpfel neben einander auf eine Horde, verschließt die Öffnungen der Kammer, und räuchert sie, 4 bis 5 Tage nach einander, täglich mit Wachholdergesträuch oder mit Rebenholz aus. Die auf diese Weise durchräucherten Äpfel legt man schichtenweise, aber weit aus einander, mit Häckerling in einen Kasten, bedeckt diesen mit Stroh, und bewahrt ihn im Keller auf. So erhalten sie sich ein ganzes Jahr.

Das Trocknen oder Dörren der Obstfrüchte an der Luft oder in Trockenstuben oder Darren bei allmählich wirkender Wärme ist ein bekanntes Mittel ihrer Aufbewahrung. Äpfel und Birnen größerer Arten werden in Stücke zerschnitten, kleinere werden ganz getrocknet. Fünf bis sechs Maß frische Äpfel, und sechs bis sieben Maß frische Birnen geben im Mittel ein Maß getrockneter Früchte. Kirschen und Zwetschken (Pflaumen), Weintrauben (Rosinen, Korinthen), Feigen u. s. w. sind im getrockneten Zustande Handelsartikel. Geschälte und getrocknete Zwetschken kommen unter der Benennung Prunellen vor: die völlig reifen werden nach dem Abziehen der Haut und Beseitigung des Kernes an hölzerne Stäbchen gespießt, an der Sonne oder am Ofen getrocknet, bis sie nicht mehr am Finger kleben, dann in Schachteln eingepreßt.

Gemüse, Kräuter rc. erhalten sich lange Zeit hindurch in einem kühlen Keller, zumahl wenn sie mit den Wurzeln in Sand eingeschlagen sind, oder auch mit trocknem Sande bedeckt werden. Knollen und Wurzeln werden besser an einem mehr lüftigen Orte aufbewahrt, wo sie allmählich etwas austrocknen können, ohne vom Winterfroste angegriffen zu werden. Überdieß werden diese vegetabilischen Nahrungsmittel ebenfalls durch Trocknen, Einsalzen, Einsäuren und Einzuckern erhalten.

Das Trocknen der Gemüse und Kräuter kann bei allen Arten derselben Statt finden. Nicht sehr saftreiche Gemüse können leicht an der Luft getrocknet werden; saftreiche, wie Blumenkohl, Brokkoli rc. muß man dagegen in künstlicher Wärme (auf einem heißen Ofen) trocknen, weil sie durch das allmähliche Abwelken im Kochen zähe werden. Kräuter, die leicht zur Fäulniß geneigt sind,

muß man vor dem Trocknen mit heißem Wasser abbrühen. Die getrockneten Gemüsearten werden in Gefäßen oder Paketen verpackt, um sie vor dem Zutritte der Luft zu bewahren, wobei man sie vorher noch ein wenig anfeuchtet, um sie leichter zusammendrücken zu können. Kartoffeln trocknet man, indem man sie in Scheiben schneidet und mit heißem Wasser überbrühet. Auf welche Art die für lange Aufbewahrung geeignete Kartoffelsubstanz bereitet werden kann, ist bereits Bd. III., S. 26 angegeben worden.

Ein partielles Trocknen findet bei dem Eindunsten der verschiedenen Pflanzensäfte zu einer muß- oder syrupartigen Konsistenz Statt, wodurch sie so viel Wasser verlieren, daß eine zersetzende Gährung nicht mehr eintritt. Auf diese Art werden durch das Zerkochen und Einkochen von Früchten, als Äpfel, Birnen, Zwetschken, Hollunderbeeren, Möhren rc. verschiedene Muße bereitet, indem man die Früchte und Wurzeln zerquerscht, mit Zusatz von Wasser kocht, durch ein Sieb treibt, und dann zum gehörigen Grade, mit Zusatz von etwas Gewürze, eindicket. Diese Extrakte können auch beliebig mit Zucker versetzt werden, zumahl solche, die nicht viel natürlichen Zucker enthalten, welcher dann zu ihrer besseren Konservirung beiträgt. Das Einzuckern der Früchte steht hiermit in Verbindung. Die Früchte werden, wenn sie hart sind, vorher gekocht, in ein Gefäß gelegt, und mit Zuckerauflösung, die bis zur Syrupdicke eingekocht worden, übergossen.

Das Einsalzen wird bei verschiedenen Früchten (Gurken, Kapern, Oliven rc.) angewendet. Auch für Gemüse wird dasselbe zuweilen gebraucht, um sie für einige Zeit zu erhalten. Man brüht es mit heißem Wasser ab, legt es in ein Gefäß, gießt gesättigtes Salzwasser darüber, und bedeckt letzteres mit einer Schichte Öhl oder Butter. Beim Gebrauche wird es in heißes Wasser gelegt, um das Salz ausziehen zu lassen.

Das Einsäuren mit Essig findet für dieselben Früchte, so wie für Gemüse Statt, und wird gewöhnlich mit dem Einsalzen verbunden. Das wichtigste Nahrungsmittel dieser Art ist das Sauerkraut (aus dem weißen Kopfkohl oder dem weißen Kraute), welches bloß mit Einsalzen bereitet wird, indem durch

die Gährung sich von selbst Essigsäure bildet. Der weiße Kohl wird auf einer Schneidbank fein zerschnitten, schichtenweise in eine Tonne gefüllt, mit Salz, dem Wachholderbeeren und Kümmel zugesetzt werden, bestreut, und mittelst eines hölzernen Stampfers so fest als möglich eingestampft. Zuletzt wird es mit einem mit Gewichten belegten Deckel beschwert. Es entsteht eine Gährung, wobei das Kraut sich zusammensetzt, der Saft in die Höhe steigt, und ein saurer Geruch sich entwickelt, welcher die Beendigung der Gährung anzeigt. Es wird in diesem Zustande im Keller aufbewahrt, wo es sich ein Jahr hält: wird es in gut verspundete Fässer gebracht, so kann es sich viele Jahre erhalten. (Eine vollständige Zusammenstellung der Verfahrungsarten zur Aufbewahrung der Lebensmittel enthält: »J. L. Leuchs Lehre der Aufbewahrung und Erhaltung aller Körper ꝛc. Nürnberg 1820.«)

Die Appert'sche Aufbewahrungsart. Diese in neuerer Zeit häufig in Gebrauch gekommene Aufbewahrungsweise thierischer und vegetabilischer Nahrungsmittel besteht darin, daß man den aufzubewahrenden Körper in eine Flasche mit hinreichend weitem Halse bringt, dieselbe luftdicht verkorkt, und dann einige Zeit (½ bis 1 Stunde) in einen Kessel mit siedendem Wasser setzt. Dieses Verfahren gründet sich hauptsächlich auf die Entfernung des Lufteinflusses auf den Körper (S. 435).

Dieses Verfahren hat den Vortheil, daß die Nahrungsmittel, die sich auf diese Art Jahre lang aufbewahren lassen, ihren natürlichen Geschmack und die ihrem frischen Zustande eigenthümliche Beschaffenheit behalten, was für Fleisch und Gemüse von besonderem Werthe ist, zumahl zur theilweisen Provіantirung von Schiffen. Jedoch macht sie die übrigen, im Vorigen angegebenen Aufbewahrungsarten, auch abgesehen von der eigenthümlichen Beschaffenheit, die durch einige derselben (z. B. durch das Räuchern, Einsalzen ꝛc.) erreicht wird, keineswegs überflüssig, weil sie kostspieliger ist, und einen größern Raum und mehr Sorgfalt in der Unterbringung der mit den Substanzen angefüllten Gefäße erfordert.

Das Verfahren, welches von Appert in der vierten Ausgabe seiner Schrift: »Le livre de tous les ménages, ou l'art de conserver etc., Paris 1831; deutsch: die Kunst, alle ani-

malischen und vegetabilischen Substanzen ꝛc. mehrere Jahre zu erhalten, Wien," weitläufig angegeben ist, und sich im Allgemeinen auf die oben gegebene Vorschrift beschränkt, verlangt zur sicheren Ausführung folgende Handgriffe. In der Regel nimmt man gläserne Gefäße, nämlich gewöhnliche gute Weinflaschen für solche Substanzen, die flüssig sind (Fleischbrühe, Milch ꝛc.) und durch den engen Hals derselben eingebracht oder ausgeleert werden können (grüne Erbsen, Bohnen, Beerenfrüchte ꝛc.), oder Gläser mit weiterem Halse (die sogenannten Zuckergläser) für Nahrungsmittel in größern Stücken (Fleisch, Artischocken ꝛc.). Für den letzteren Zweck sind auf Seereisen zylindrische Büchsen aus verzinntem Eisenbleche vorzuziehen, deren Deckel nach dem Einbringen der Substanzen aufgelöthet wird. Die gläsernen Flaschen werden mit guten Korkstöpseln verschlossen, unter denselben Handgriffen, die beim luftdichten Stöpseln der Weinflaschen üblich sind. Für den weitern Hals der Zuckergläser muß der Stöpsel aus mehreren guten Korkstücken, in der Art, daß die Poren des Korks die horizontale Lage behalten, mit Hausenblase oder Leim zusammengeklebt werden. Die Pfropfen bestreicht man äußerlich, wenn sie eingeschlagen sind, mit einem Kitte aus Käse und Kalk, und überbindet sie kreuzweise mit Draht, wie die Champagner-Flaschen.

Nachdem die Gefäße, die mit den zu erhaltenden Substanzen bis auf 2 bis 3 Zoll unter dem Pfropfen angefüllt sind, sorgfältig verschlossen worden, werden sie sogleich in den Kessel gebracht, der mit einem eingesetzten durchlöcherten Boden, etwa einen Zoll vom Kesselboden entfernt, versehen ist. Auf diesem Boden werden sie neben einander aufgestellt (auch, wenn der Kessel die gehörige Tiefe hat, noch eine oder zwei Schichten darüber), so viel Wasser hineingegossen, daß nur etwa 3″—4″ vom obern Rande der höchsten Flaschen frei bleiben, worauf man das Ganze mit einer doppelten Leinwand bedeckt, auf diese einen hölzernen Deckel legt, damit die Dämpfe eine geringe Spannung über dem gewöhnlichen Wärmegrade erlangen, und nun mit schnellem Feuer zu heitzen anfängt. Das Kochen selbst währt etwa ³/₄ Stunden, worauf man das Feuer wegnimmt, und das Ganze zwei Stunden erkalten läßt, um dann die Gefäße heraus

zu nehmen. Diejenigen Blechbüchsen, deren Deckel nach dem Erkalten nicht nach innen gebogen ist (in Folge der inneren Luftabsorption [S. 435]), vielmehr durch die Ausdehnung der eingeschlossenen Luft eine Biegung nach außen erhalten hat, müssen wieder geöffnet, und die Substanz in einer anderen Büchse derselben Operation unterworfen werden. Eben so muß man die Flaschen untersuchen, ob die Stöpsel vollkommen geschlossen haben, die Flasche keinen Sprung erhalten hat &c. Von den fertigen Flaschen werden die Pfropfen noch verpicht, die blechernen Büchsen aber mit einer Öhlfarbe überstrichen. Statt des Erhitzens im Wasser (dem Wasserbade) kann auch das Dampfbad angewendet werden.

Beim Einfüllen der zu konservirenden Nahrungsmittel in die Flaschen ist darauf zu sehen, daß der Raum so gut wie möglich ausgefüllt werde, um die Einschließung einer größeren Menge Luft zu vermeiden. Die Speisen werden in der Regel vorher schon gehörig zubereitet in die Flaschen gefüllt; Fleisch wird vorher nicht ganz gar gekocht oder gebraten; größere Früchte werden zerschnitten, kleinere, wie Kirschen &c., ganz eingelegt; Gemüse wird mit heißem Wasser gebrüht, dann in kaltem Wasser abgewaschen, und nach dem Abtropfen des Wassers in die Flaschen verschlossen. Zur Aufbewahrung und Versendung der Milch zeigt sich diese Methode gleichfalls vortheilhaft. Die verschlossene, mit Milch gefüllte Flasche bleibt 1/2 bis 1 Stunde im Wasserbade. Nach Appert ist es von Vortheil, der Milch auf ein Maß das Gelbe von einem Ei zuzusetzen, wodurch sie sich auch allein schon ziemlich lange halten soll. Übrigens kann die Milch vorher im Dampfbade bis auf die Hälfte ihres Volums abgedampft werden.

Wir schließen diesen Artikel mit demjenigen, was noch über die Fäulniß des Wassers und die Mittel dagegen zu sagen ist. Wasser, das längere Zeit, zumahl in hölzernen Gefäßen aufbewahrt wird, geht bekanntlich leicht in eine Art von Fäulniß über, indem es einen üblen, zum Theile schwefelwasserstoffartigen, Geruch annimmt und ungenießbar wird. Hierzu ist keineswegs die Einwirkung der äußern Luft erforderlich, sondern jenes Verderben erfolgt auch in verschlossenen Gefäßen, und zwar in solchen noch leichter, als wenn es der freien Luft ausgesetzt ist, aus welcher

es Sauerstoffgas aufzunehmen fähig ist. Der Grund dieser Verunreinigung liegt in den thierischen und vegetabilischen schleimartigen Stoffen, welche das Wasser aus solchen Körpern, mit denen es in Berührung kommt, z. B. aus den in der Erde enthaltenen thierischen und Pflanzenstoffen, über die es als Quellwasser fließt, aus dem Holze der Gefäße, aus dem Staube rc. so leicht aufnimmt. Diese Stoffe gerathen allmählich bei hinreichender Wärme in dem stillstehenden Wasser in Gährung, indem sie dadurch jene Fäulniß einleiten, welche das Wasser mit jenen Gasarten versieht, die ihm den, ihm im sogenannten faulen Zustande eigenen, Geruch ertheilen. Nach einigen Versuchen, die ich über diesen Gegenstand angestellt habe, scheint hier auch eine Zersetzung des im Wasser enthaltenen Gypses einzutreten, indem ein Theil desselben deoxydirt, in Schwefelkalk verwandelt, und dadurch das Wasser mit mehr oder weniger Schwefelwasserstoff verunreinigt wird. Auf diese Weise, nämlich durch Versetzung eines gypshaltigen Wassers mit etwas Ferment und Zucker in einer längere Zeit im Keller aufbewahrten verstöpselten Flasche, habe ich selbst ein starkes Schwefelwasser dargestellt, so daß sich glauben läßt, daß dieser Prozeß auch im Großen bei der Bildung mancher natürlichen Schwefelwässer Statt finde. Gypshaltige Wasser sind daher unter gleichen Umständen diesem Verderben mehr ausgesetzt, als solche, welche bloß kohlensauren Kalk enthalten.

Da verdorbenes Wasser nur durch die beigemischten fremdartigen Stoffe unbrauchbar geworden ist, indem das Wasser an und für sich keine Veränderung erleidet, so wird es durch die Entfernung jener Stoffe auch wieder gereinigt. Dieses geschieht am gewöhnlichsten durch Kohlenpulver aus Holzkohle, oder wirksamer aus gut ausgeglühter Beinkohle, durch welche man das unreine Wasser filtrirt (Art. Filtriren); die Kohle nimmt sowohl die fein suspendirten fremdartigen Theile, als auch, wenn sie in gehöriger Menge vorhanden ist, die gasartigen Stoffe auf. Setzt man, nach Lowitz, dem Wasser etwas Schwefelsäure zu (30 Tropfen auf 4 Pf. Wasser), so wird die Wirkung der Kohle noch viel kräftiger, so daß dann für den gleichen Grad der Reinigung nur der dritte Theil der Kohle nöthig ist, als ohne Schwe-

felsäure. Ohne Zweifel wirkt diese Säure hier wie in anderen ähnlichen Fällen, nämlich durch die Koagulirung und Ausscheidung der schleimigen Theile, mit welchen sie sich verbindet, die dann leichter von der Kohle aufgenommen werden. Als das wirksamste Mittel zur Reinigung faulen Wassers, das selbst die Wirkung der Kohle übertrifft, und das Wasser rein von Geschmack und Geruch zurückläßt, hat sich nach älteren Erfahrungen und neueren Versuchen der Alaun bewährt. Man setzt dem faulen Wasser je auf 7 Maß 1 Quentchen gepulverten Alaun zu, rührt das Wasser gut damit um, und läßt es 24 Stunden ruhen. Es scheidet sich ein Bodensatz ab, von welchem man das klare Wasser abzieht. Der Alaun verbindet sich hier mit den im Wasser gelösten Stoffen auf ähnliche Art, wie bei einer Farbebrühe mit färbenden Stoffen. Um den noch rückständigen Alaun zu zersetzen, kann man dem Wasser die Hälfte des Alaungewichts kohlensaures Natron hinzufügen.

Auf dieselbe Art, wie der Alaun, wirkt auch das schwefelsaure Eisenoxyd (S. 433). Einige Tropfen auf das Pfund sind zur Reinigung faulen Wassers hinreichend. Die im Wasser aufgelösten fremdartigen Theile, welche die Fäulniß bewirken, werden durch Oxydation unauflöslich, gleich den extraktivstoffartigen Substanzen, und scheiden sich dann aus. Daher reiniget sich faules Wasser, wenn man atmosphärische Luft mittelst eines Blasebalgs hindurchtreibt, oder wenn es an der Luft bewegt und umgegossen wird, damit alle Theile mit Luft in Berührung kommen können. Hierauf gründet sich die der Fäulniß widerstrebende Eigenschaft des in den Strömen und durch Stürme und Winde bewegten Wassers. Auf dieselbe Weise, wie die Luft, und noch schneller wirkt das Chlor. Etwas Chlorwasser dem faulen Wasser zugesetzt, reinigt dasselbe sogleich, desgleichen ein Zusatz von Braunstein mit etwas Salzsäure.

Dieselben Mittel, welche die Reinigung des verdorbenen Wassers bewirken, schützen auch das Wasser vor dem Verderben. Man bewahrt daher auf Schiffen das Wasser in Tonnen auf, deren innere Seite man vorher verkohlt hat, wodurch sowohl der Übertritt auflöslicher Stoffe aus dem Holze in das Wasser verhindert, als auch die Absorption der im Wasser schon enthaltenen

gährungsfähigen Stoffe durch die eigenthümliche Wirkung der Kohle bewirkt wird. Sonst erhält sich auch das Wasser in Tonnen von Eisenblech, die jedoch der Unbequemlichkeit unterliegen, einer allwählichen Zerstörung durch Oxydation ausgesetzt zu seyn. Die Versetzung des frischen Wassers, welches in verkohlten Tonnen aufbewahrt werden soll, mit sehr wenig Alaun (etwa 1 Quentchen auf 10 bis 12 Maß) würde nach dem, was oben hierüber gesagt worden, in den meisten Fällen zweckdienlich seyn.

In manchen Gegenden ist man genöthigt, das Regenwasser in Zisternen aufzusammeln, wo es leicht verdirbt und einen üblen Geruch annimmt. Um dieses Verderbniß so sehr wie möglich hintan zu halten, ist es nothwendig, die Zisternen selbst so reinlich als möglich zu halten, in dieselben das Wasser erst dann einzulassen, nachdem es vorher durch Sand filtrirt worden ist, und die Oberfläche desselben so sehr wie möglich mit der Luft in Berührung zu bringen, entweder indem man eigene Luftzüge über demselben anbringt, oder das Wasser von Zeit zu Zeit durch Umdrehung eines Schaufelrades oder einer Art von Paternosterwerk peitscht und in Bewegung setzt. Ein Zusatz von Kochsalz vermehrt gleichfalls die Haltbarkeit des stehenden Wassers.

Der Herausgeber.

Fayance.

Fayance (von der Stadt Faenza), im alten Sinne des Wortes, ist ein Töpferfabrikat aus einer gewöhnlich röthlichen Thonmasse von lockerem Gefüge und erdigem Bruche, ähnlich der Masse des gemeinen Töpfergeschirrs, jedoch gleichförmiger und feiner, die mit einer undurchsichtigen weißen Glasur, nämlich einer zinnoxydhaltigen Bleiglasur überzogen, und mit Emailfarben beliebig bemahlt ist. Es hieß auch Majolika, von der Insel Majorka, woher es von den Arabern gegen das Jahr 1300 nach Italien gekommen seyn soll. Mit dem letztern Nahmen werden heutzutage noch die alten toskanischen Fayancen bezeichnet. Dieses Fabrikat und das zu Anfange des achtzehnten Jahrhunderts entdeckte Porzellan waren längere Zeit hindurch die feineren Thonfabrikate, die sich also sehr bestimmt von einander unterschieden,

indem das letztere aus einer im heftigen Feuer zusammengesinterten Masse mit einer Glasur aus metallfreiem Erdenglase besteht. Das Bestreben, porzellanähnliche Geschirre um wohlfeilere Preise herzustellen, dann die Verbesserung der alten Fayance in der Art, daß für dieselbe bei einer weißen und kompakten Masse eine durchsichtige Glasur angewendet wurde, wodurch man den Vortheil erhielt, unter der Glasur Gemählde und Kupferstiche von verschiedenen Farben anzubringen, brachten in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts in England, zumahl unter der sachkundigen Thätigkeit Wedgewood's, eine Menge feiner Thonfabrikate unter verschiedenen Benennungen zum Vorscheine, die in ihrer Natur und Zusammensetzung gleichsam eine fortlaufende Reihe mit geringen, zum Theile unmerklichen, Abstufungen von der alten Fayance an bis zum ächten Porzellan bilden, so daß es schwer, eigentlich unmöglich ist, genaue Grenzlinien zwischen diesen verschiedenen Fabrikaten zu ziehen. Unter diesen steht die feine Fayance (Fayance fine, earthen ware, in Deutschland unter dem Nahmen englisches Steingut), welche, wie gesagt, aus einer weißen Masse mit durchsichtiger bleihaltiger Glasur besteht, am nächsten der alten Fayance, und das sogenannte weiche Porzellan (iron stone china) dem ächten Porzellan.

Unter Fayance muß man also bei dem gegenwärtigen Stande der Kunst diejenigen feineren Thonfabrikate verstehen, die aus einer gefärbten oder weißen, nicht zusammengesinterten Masse bestehen, welche mit einer undurchsichtigen oder durchsichtigen bleihaltigen Glasur überzogen ist. Durch die nicht zusammengesinterte, folglich von der Glasur mehr und weniger scharf abgegränzte, Masse unterscheidet es sich sowohl von dem Steingute als dem Porzellan, und besonders von dem weichen Porzellan, das gleichfalls eine bleihaltige Glasur, aber eine glasartige Masse hat. Das feine Fayance oder englische Steingut unterscheidet sich von der gemeinen Fayance oder Majolika dadurch, daß die Masse desselben nicht nur weiß, sondern als unschmelzbar, bloß aus feuerfestem Thon und Kiesel bestehend, bei einer hohen Temperatur gebrannt, folglich die bleihaltige Glasur ebenfalls bei einer höheren Hitze eingeschmolzen ist; während die Masse der gemeinen Fayance sich von jener des gemeinen Töpfergeschirrs

(aus kalkhaltigem Thone) nur durch mehr Feinheit und Gleichartigkeit, so wie durch die weiße zinnhaltige Glasur unterscheidet.

Die Zusammensinterung der Masse selbst, welche sonach eine ziemlich bestimmte Gränzscheide unter diesen Fabrikaten bildet, d. i. die anfangende Schmelzung und Zusammenschweißung ihrer Theile, welche bei den verschiedenen, im starken Feuer gebrannten Thonfabrikaten nach dem Grade der Temperatur und nach dem Verhältnisse in der Mischung der feuerbeständigen mit schmelzbaren Substanzen, welche die Masse ausmachen, Statt findet, läßt sich nach drei Stufen oder Graden abtheilen, nämlich: wenn die Zusammensinterung nur so weit geht, daß die Masse bei einer bestimmten Dicke noch undurchscheinend bleibt, erster Grad; wenn die Zusammensinterung so weit geht, daß das Durchscheinen eintritt, zweiter Grad; endlich wenn die Zusammensinterung schon in eine bestimmte Schmelzung übergeht, das Durchscheinen im höheren Grade Statt findet, und ein der glasartigen Beschaffenheit sich näherndes Gefüge eintritt, dritter Grad. Hiernach lassen sich, sowohl nach dem Verhalten der Masse im Feuer, als nach der Beschaffenheit der Glasur, die Töpferfabrikate nach folgender Eintheilung übersehen.

1. Nicht zusammengesinterte Masse.
   a) Gröbere kalkhaltige Thonmasse, gefärbt, leicht gebrannt, mit Bleiglasur (gemeines Töpfergeschirr);
   b) feinere kalkhaltige Thonmasse, gefärbt oder weiß, stärker gebrannt, mit zinnhaltiger Bleiglasur (gemeine Fayance);
   c) feine, weiße, feuerfeste Masse, scharf gebrannt, mit durchsichtiger Bleiglasur (feine Fayance, englisches Steingut).
2. Zusammengesinterte Masse.
   a) Im ersten Grade (Steingut);
      1. ordinäre Masse, gefärbt, ohne eigentliche Glasur (gemeines Steingut);
      2. feine Masse, gewöhnlich gefärbt, mit oder ohne Glasur (feines Steingut);
   b) im zweiten Grade, weiß, mit Erdenglasur (ächtes Porzellan);
   c) im dritten Grade, weiß, mit bleihaltiger Glasur (weiches Porzellan).

An die letztere Masse schließt sich das Beinglas und das Email an, oder die Masse selbst wird bei noch mehr erhöhter Schmelzung zu einer Glaspaste, so daß diese ganze Reihe beim einfach gebrannten Thone anfängt, und beim Glase aufhört.

Bei der Fabrikation dieser verschiedenen Töpferei-Erzeugnisse sind die allgemeinen Grundsätze und die allgemeineren Verfahrungsarten allen gemeinschaftlich, da sie sich wesentlich nur durch die verschiedene Zusammensetzung der Masse und der Glasur, und durch die Behandlung im Feuer unterscheiden. Die Beschreibung jedes einzelnen Fabrikats in einzelnen Artikeln würde daher zu mehrfachen Wiederhohlungen nöthigen, weßhalb die Beschreibung dieser Fabrikation nach dem hier aufgestellten Schema in dem Artikel Töpferkunst gegeben wird.

Der Herausgeber.

Federharz, Kautschuk.

Das Federharz (Kautschuk, Gummi elasticum) *), ist eine eigenthümliche zähe elastische Substanz, welche in dem milchartigen Safte mehrerer Pflanzen enthalten ist, und hauptsächlich aus dem in Südamerika wachsenden Baume Siphonia Cahuchu (auch Hevea Guianensis oder Hevea Cautschuc genannt) gewonnen wird. Man macht am unteren Theile des Stammes mehrere Einschnitte über einander, durch die Rinde bis aufs Holz, wo dann der milchartige Saft ausfließt, und nach dem Eintrocknen das Federharz zurück läßt. Gewöhnlich kommt dieses in der Form größerer oder kleinerer Flaschen von verschiedener Dicke in den Handel, welche dadurch entstehen, daß der ausfließende Saft auf Formen von trockenem Thon gestrichen, dann über Flammenfeuer getrocknet, neuerdings eine Lage aufgestrichen, und so fortgefahren wird, bis der Überzug die erforderliche Dicke erhalten hat, die gewöhnlich aus 30 bis 60 Lagen besteht; das Ganze wird dann in Wasser gelegt, welches den Thon

*) In diesem Artikel wird das Wort Federharz für die im Handel vorkommende Substanz, und das Wort Kautschuk für den eigenthümlichen Pflanzenstoff gebraucht, welcher den wesentlichen Bestandtheil des Federharzes ausmacht, so wie man Indig von Indigblau u. s. w. unterscheidet.

aufweicht, so daß er sich aus dem Innern der Flasche heraus-spülen läßt. Dieses Federharz ist gewöhnlich durch den Ruß schwarz gefärbt, und enthält außer dem eigenthümlichen Pflanzenstoffe, dem Kautschuk, welcher dessen Eigenschaften begründet, noch einige Verunreinigungen oder Nebenbestandtheile (als Pflanzen-eiweiß ꝛc.), welche bei dem Gerinnen des Saftes mit in die Masse eingeschlossen worden sind.

In einer anderen wohlfeileren Sorte kommt es unter dem Nahmen Gummispeck in Platten von zwei Zoll Dicke, zwei Fuß Länge und einem Fuß Breite im Handel vor. Die Ober-fläche dieser Platten ist rauh und schwarz, im Inneren dagegen ist die Masse weiß, undurchsichtig und porös. Sie hat einen fauligen Geruch, wahrscheinlich durch die Zersetzung des Eiwei-ßes bei dem langsameren Austrocknen der Masse, indem diese Stücke oder Platten auf die Art gebildet werden, daß der Saft aus dem Baume unmittelbar in eine in der Erde befindliche Ver-tiefung fließt, und hier austrocknet. Übrigens ist dieser Gummi-speck dem Federharz in Flaschenform ganz gleich, nur daß er noch etwas Wasser enthält, wovon die weiße Farbe im Innern, auch seine größere Härte und geringere Biegsamkeit herrührt; denn wenn man diese Sorte des Federharzes in dünnen Stücken einer mäßigen Wärme aussetzt, verliert es beiläufig 12 Prozent Was-ser, wird durchsichtig, gelblich, biegsam und elastisch, wie das Federharz in Flaschen.

Die milchige Flüssigkeit, in welcher das Kautschuk enthal-ten ist, wird auch, wiewohl seltener, in fest verschlossenen, ku-pfernen Gefäßen oder in Federharzflaschen selbst nach Europa ge-bracht. Sie besteht, wenigstens jene aus der Siphonia, in 100 Theilen aus 31.7 Kautschuk, 1.9 Pflanzeneiweiß verbunden mit Spuren von Wachs, 7.13 eines bittern stickstoffhaltigen, in Wasser und Weingeist mit brauner Farbe auflöslichen Stoffes, 2.9 eines nur im Wasser auflöslichen Stoffes und 56.37 Wasser mit einer geringen Menge freien Säure. Diese Substanzen sind in dem gewöhnlichen Federharz eingetrocknet, und mit dem Kautschuk ver-bunden vorhanden, das daher auch ein größeres spezifisches Ge-wicht = 0.9335 hat, während jenes des reinen Kautschuks nur = 0.925 ist.

Dieses Kautschuk im so viel möglich gereinigten Zustande läßt sich aus dem milchigen Safte darstellen, indem man ihn mit dem Vierfachen seines Volums Wasser verdünnt, und die Mischung 24 Stunden in Ruhe läßt. Das Kautschuk erhebt sich wie ein Rahm auf die Oberfläche; worauf man das Wasser mittelst eines am Boden des Gefäßes angebrachten Zapfens abläßt, und dieselbe Operation mit frischem Wasser etwa viermahl wiederhohlt, bis das Wasser noch auflösliche Theile aufnimmt. Man erhält auf diese Art das Kautschuk in einer außerordentlich feinen Zertheilung, so daß es sich bei einiger Berührung sogleich wieder mit dem Wasser zu einer weißen Milch vermischt. Läßt man nun das Wasser so viel möglich ab, und bringt die mehr konzentrirte Milch auf Löschpapier oder trockenen Thon, so fangen die Theilchen des Kautschuk, so wie das Wasser eingesaugt wird, an, sich zusammen zu ziehen, und mit einander zu einer weißen, undurchsichtigen, elastischen Haut zu vereinigen.

Das auf diese Art dargestellte Kautschuk ist durchsichtig und farblos, nur in dickern Stücken gelblich. Es haftet schwach an den Gegenständen, die seine Oberfläche berührt, worauf seine Eigenschaft, leicht die Bleistiftstriche von dem Papiere wegzunehmen, beruht; frisch geschnittene Oberflächen, die man, ohne sie mit den Fingern zu berühren, an einander drückt, haften mit derselben Kraft, wie vor dem Zerschneiden, zusammen. Es besitzt eine außerordentliche Elastizität, und geht bei dem Auseinanderziehen wieder in das vorige Volumen zusammen. Das durchsichtige Kautschuk wird bei starkem Ausziehen unklar, perlfarben und faserig, was sich beim Zusammenziehen wieder verliert. In der Kälte erhärtet es, und ist dann schwerer zu biegen, erweicht sich jedoch in der Wärme sehr bald wieder. Die Wärme vermehrt überhaupt dessen Elastizität. Wenn man ein Stück Kautschuk in der Wärme auszieht, und es dann erkältet, z. B. durch Benetzung mit Wasser, so zieht es sich nicht mehr in das vorige Volum zusammen, was aber geschieht, sobald die vorige Wärme wiedrr eintritt. Wird daher ein Stück Kautschuk, das bei niedrigerer Temperatur ausgezogen worden, und wieder zusammen gegangen ist, erwärmt, so zieht es sich noch mehr zusammen. Bei einer Temperatur von etwa 100° R. fängt es an zu schmelzen, und ver-

trägt, ohne sich weiter zu zersetzen, noch eine stärkere Hitze: nach dem Erkalten bleibt es schmierig, klebrig und halbflüssig, und trocknet erst nach sehr langer Zeit zu einer harten, im Alkohol und in kaustischem Alkali unauflöslichen Substanz aus, die keine Ähnlichkeit mehr mit dem Kautschuk besitzt; die schmierige Substanz verbindet sich jedoch leicht mit den ätherischen Öhlen, so lange sie noch nicht ausgetrocknet ist. Sehr stark erhitzt, entzündet sich das Kautschuk und brennt mit rußender Flamme. Bei der trockenen Destillation liefert es bloß brennbare Gase und ein brenzliches Öhl, ohne Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, und ist sonach eine Kohlen-Wasserstoffverbindung, die nach Faraday aus 87.2 Kohlenstoff, und 12.8 Wasserstoff besteht, oder aus 4 Atomen Kohlenstoff und 7 Atomen Wasserstoff zusammengesetzt ist. Das Federharz liefert dagegen in dieser trockenen Zerlegung sowohl Kohlensäure als Wasser und Ammoniak, wegen der fremden Bestandtheile, die es noch enthält.

In den fein zertheilten aufgeschwemmten Zustand, in welchem es in dem Safte enthalten ist, läßt sich das Kautschuk auf keine bekannte Weise mehr vollständig zurück versetzen. In heißem Wasser erweicht es sich jedoch, und quillt auf, tritt jedoch nach Verdünstung desselben wieder in seinen vorigen Zustand zurück. Es ist unauflöslich in Alkohol und in ätzenden Alkalien. Weder Chlorgas, noch die sauern Gasarten, noch Ammoniakgas ꝛc. haben eine Wirkung auf dasselbe. Die verdünnten Säuren greifen es nicht an; selbst die konzentrirte Schwefelsäure wirkt in der Wärme nur oberflächlich darauf; bloß in höherer Hitze tritt die Zersetzung wie beim Schmelzen ein. Konzentrirte Salpetersäure löst es unter Zersetzung mit dunkelbrauner Farbe auf. In den flüchtigen und fetten Öhlen quillt das Kautschuk auf, und wird endlich mit Beihülfe von Wärme aufgelöst; aber es hat dann seine Eigenschaften verloren, und ist in denjenigen Zustand übergegangen, den es durch das Schmelzen annimmt. Alle diese Eigenschaften kommen auch dem gemeinen Federharze zu.

Diese Eigenschaft des Federharzes, der Einwirkung der meisten chemischen Agentien zu widerstehen, seine Undurchdringlichkeit für Luft und Wasser, selbst in sehr dünnen Schichten, seine Biegsamkeit und Elastizität, verbunden mit der Stärke sei-

nes Zusammenhangs, machen es zu einem technisch sehr schätzbaren Körper, der in neuerer Zeit vielfache Anwendung gefunden hat, und künftig noch mehr finden wird. In seiner gewöhnlichen Form ist es jedoch wenig brauchbar, weßhalb Mittel aufgefunden werden mußten, es in beliebige Gestalt zu bringen, je nach dem Zwecke seiner Verwendung. Würde man die oben erwähnte milchige Flüssigkeit in hinreichender Quantität erhalten, so würde es leicht seyn, durch das Ausstreichen und Abtrocknen derselben beliebige Formen, Platten 2c., von Federharz darzustellen, Zeuge durch Bestreichung damit wasserdicht zu machen u. s. w. Dieß ist jedoch nicht der Fall; sondern man ist genöthigt, das im Handel vorkommende Federharz dazu zu verwenden. Die Verfahrungsarten, die hier zum Zwecke führen, sind noch sehr neu, und es soll im Nachfolgenden Alles, was bis jetzt hierin bekannt ist, mit Hinzufügung eigener Erfahrungen, angegeben werden. Man kann das Federharz auf eine doppelte Weise verwenden, entweder durch die Verarbeitung in seinem natürlichen Zustande, oder durch eine Art von Auflösung oder Zertheilung desselben.

I. Bearbeitung des Federharzes in seinem natürlichen Zustande.

Diese gründet sich auf die Aufweichung oder Aufschwellung des Federharzes in heißem Wasser, oder Wasserdämpfen, in Äther oder Terpentinöhl, und nachfolgendes Zerschneiden oder Ausdehnen der Masse. Im Äther (Schwefeläther) erweicht sich das Federharz und schwillt außerordentlich auf; und wenn Federharzflaschen 24 bis 36 Stunden lang in Äther eingeweicht werden, so werden sie so weich, daß man sie über beliebige Formen ziehen kann, auf denen sie nach der Austrocknung, die sehr schnell erfolgt, die Gestalt annehmen, und nach dem Abziehen behalten. Die so erweichten Flaschen lassen sich ebenfalls leicht zu Ballons von einigen Fuß Durchmesser, je nach der Größe der Flaschen, ausdehnen, deren Wände so dünn sind, daß sie, mit Wasserstoffgas gefüllt, in der Luft aufsteigen. Man befestigt nämlich in den Hals der erweichten Flasche einen Sperrhahn, den man mit einem Bande an dem Halse fest bindet, und bläst die Flasche mittelst

eines Blasebalges, welchen man an der Stelle, wo die Düse oder das Rohr aus demselben tritt, mit einer auswärts sich öffnenden Klappe versehen hat, und dessen Rohr mit dem Hahne verbunden worden ist, schnell auf (damit man die Operation beendige, bevor der Äther verdünstet ist). Zuerst zeigt sich in irgend einer Stelle, wo die Wand der Flasche am dünnsten ist, gewöhnlich am Boden derselben, eine dünne Stelle, die sich in dem Maße, als sich die Flasche ausdehnt, mehr und mehr erweitert, bis nach und nach der ganze Ballon durchsichtig zu werden anfängt; worauf man dann langsamer und vorsichtiger einbläßt, wo sich dann auch noch die einzelnen trüben oder dickeren Stellen aufklären. Man muß dabei Acht geben, daß diejenigen Stellen, die sich zuerst ausdehnen, während die übrigen noch bedeutend dicker sind, nicht reißen oder aufplatzen, was man dadurch verhüthen kann, daß man solche schwache Stellen mit der Hand zusammendrückt, damit die komprimirte Luft weniger auf diese, als auf die dickeren Stellen wirke. Auch kann man solche dünnere Stellen mit etwas kaltem Wasser befeuchten. Sind die Wände des Ballons gleichförmig durchscheinend geworden, so läßt er sich dann vorsichtig noch mehr aufblasen, wobei man jedoch eine Gränze nicht überschreiten darf Um die Verdünstung des Äthers zu verzögern, muß man das Aufblasen in einem kühlen Zimmer vornehmen. Bläst man die Flaschen nur so lange auf, als der Äther noch nicht verdünstet ist; so ziehen sie sich nach dem Abtrocknen und der Ausleerung der Luft nicht oder nicht viel mehr zusammen, was jedoch der Fall ist, wenn man das Aufblasen noch nach dem Austrocknen fortsetzt.

Zu diesem Aufblasen werden Federharzflaschen gewählt, die keine Einschnitte, und möglichst gleich dicke Wände haben, auch an der inneren Fläche nicht mehr weiß (wasserhaltig) sind. Ist letzteres der Fall, so muß man die Flasche vorher in der Wärme austrocknen, da diese hydratischen Stellen leicht reißen. Die auf diese Art dargestellten Ballons können auch gefärbt werden, wenn dem Äther vorher der Farbestoff zugesetzt wird, als Alkannawurzel für Roth, Kurkume oder Orlean für gelb.

Statt des Äthers kann für denselben Zweck das wohlfeilere Terpentinöhl oder auch das rektifizirte Steinkohlentheer-

öhl angewendet werden; indem man das Federharz auf dieselbe Art in demselben aufweicht, und übrigens mit dem Aufblasen der Flaschen wie vorher verfährt. Das Terpentinöhl muß jedoch zu diesem Behufe sorgfältig rektifizirt seyn (damit es keine harzartigen Theile mehr enthalte, welche sich mit dem Kautschuk verbinden, und eine allmähliche Zersetzung desselben einleiten). Durch das Erweichen in dem rektifizirten und, wie weiter unten angegeben wird, von den harzartigen Bestandtheilen völlig gereinigten Terpentinöhl läßt sich das Aufblasen der Flaschen leichter und sicherer bewirken, als mit Äther.

Kürzer kann man verfahren, wenn man das Terpentinöhl in Dampfgehalt auf das Federharz wirken läßt, wobei ohnehin nur die flüchtigsten Theile mit letzterem in Verbindung treten. Man füllt zu diesem Ende in einen Topf, welcher einige Zolle von seinem Boden mit einem hölzernen Gitter versehen ist, rektifizirtes Terpentinöhl mit gleichviel Wasser, legt auf das hölzerne Gitter das Federharz, bedeckt den Topf mit einem Deckel, und erwärmt den Boden desselben mit mäßigem Feuer. Nach einer halben Stunde nimmt man den Topf vom Feuer, läßt ihn etwas abkühlen, und untersucht, ob das Federharz, je nach seiner Dicke, gehörig erweicht ist; sollte dieß nicht der Fall seyn, so setzt man die Operation fort. Die auf diese Art erweichten Federharzflaschen werden auf die beschriebene Weise behandelt, um sie in Ballons mit mehr oder minder dünnen Wänden auszudehnen. Es ist vortheilhaft, das mit dem ätherischen Öhl behandelte Federharz zuletzt in eine ätzende Pottaschenauflösung zu tauchen, um die noch anhängenden öhligen oder harzigen Reste wegzuschaffen.

Es ist bereits oben bemerkt worden, daß die Wärme die Elastizität des Federharzes, nämlich den Grad seiner Ausdehnung und seiner Zusammenziehung, vermehre. Das bis etwa 80° R. erwärmte Federharz dehnt sich weit leichter und stärker aus, als bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre; eben so zieht sich das bei dieser gewöhnlichen Temperatur bereits zusammengezogene Federharz noch mehr zusammen, wenn es höher erwärmt wird. Daher zieht sich das ausgedehnte Federharz nur bei derselben Temperatur in denselben Raum zusammen: war es erwärmt, und wird in diesem erwärmten Zustande ausgedehnt; so

zieht es sich bei der darauf folgenden Erkältung nur zum Theil wieder in das vorige Volum zurück.

So kann man einen dünnen Streifen von Federharz, den man in einer Entfernung von 4 – 5 Zoll über einer Kerzenflamme hält, und die Hitze auf jene Theile richtet, welche noch dicker sind als die übrigen, zu einem feinen elastischen Faden ausziehen, der das Ansehen hat, als wäre er in dieser Feinheit von einem Stücke Federharz ausgeschnitten worden.

Auf diese Eigenschaft des Federharzes gründet sich das einfachste Mittel zu seiner beliebigen Ausdehnung, nämlich mittelst der Wärme, das der Behandlung mit Äther und ätherischem Öhle vorzuziehen ist, weil es bei größerer Wohlfeilheit die Substanz des Kautschuks völlig ungeändert läßt.

Das beste Mittel, die Erwärmung des flaschenförmigen Federharzes gleichförmig (was hier eine wesentliche Bedingung ist) zu bewirken, ist heißes Wasser oder Wasserdampf: das Wasser dringt zum Theil in das Innere des Federharzes, und theilt so allen Theilen eine gleichförmige Temperatur mit.

Das Aufblasen der Federharzflaschen mittelst der Erweichung in heißem Wasser hat die Unbequemlichkeit, daß, wenn das Volum der Flasche zunimmt, es schwer ist, die Wärme gleichmäßig zu verbreiten; daher man einige Vorsichten anwenden muß, wenn die Erweiterung bedeutender werden soll. Die Federharzflasche wird etwa eine Viertelstunde lang und darüber im Wasser gekocht, dann schnell aufgeblasen, bis eine dünne Stelle zu erscheinen anfängt. Man hält dann die Blase zunächst mit den noch undurchscheinenden dickeren Stellen über den Dampf des in einem Kessel kochenden Wassers, indem man mit dem Aufblasen langsam fortfährt. Dehnt sich die dünne Stelle ferner aus, so daß sie zu reißen droht, so überstreicht man sie mit steif gekochtem Leime oder mit einer starken Auflösung von Schellack im Weingeist, oder belegt sie mit einem mit steifer Gummiauflösung bestrichenen Papier, und hört mit dem Aufblasen auf, bis der Leim oder Firniß etwas aufgetrocknet ist. Auf diese Art fährt man fort, immer die gefährlichen Stellen auf diese Weise überkleisternd, bis der Ballon gleichförmig durchscheinende Wände erhalten hat. Dann wird seine Oberfläche durch Umdrehen mit dem siedenden Wasser in Be-

rührung gesetzt, die aufgeleimten Flecke werden abgewaschen, und nun das Aufblasen bis zur thunlichen oder verlangten Erweiterung fortgesetzt, indem man den Ballon in dem Dampfe des siedenden Wassers stets gleichförmig zu erwärmen sucht.

Leichter und sicherer scheint das Aufblasen der Federharzflaschen durch die Wasserdämpfe selbst geschehen zu können, wozu ein kleiner, hinreichend starker, mit einem Sicherheitsventil versehener Dampfkessel erforderlich ist. Die Federharzflasche würde vorher in siedendem Wasser aufgeweicht, mit dem Sperrhahn versehen, und dieser mit dem, von dem Kessel ausgehenden, Dampfrohre verbunden. Der Sperrhahn müßte jedoch in diesem Falle doppelt, oder doppelt durchbohrt seyn, damit in dem Augenblicke, als durch Umdrehung des Hahns der Zutritt des Dampfes aus dem Kessel abgesperrt wird, die äußere Luft in das Innere der Blase einen freien Zutritt erlangt, weil letztere sonst mit der Kondensirung des Dampfs zusammengedrückt werden würde. Auf diese Art könnte man schon beim Anfange der Erweiterung die Blase mit Luft füllen, und mit der zunehmenden Ausdehnung die Öffnung und Schließung des Hahns wiederhohlen, so daß von innen Luft und Dampf zugleich auf die Ausdehnung wirken. Zuletzt wäre der Ballon von dem Dampfrohre abzunehmen, und noch vollends durch Einblasen von Luft aufzutreiben.

In allen Fällen, wo man die Erweiterung einer Federharzflasche nach einer oder der anderen Art bewirkt hat, muß man sie einige Tage im gespannten Zustande austrocknen lassen, damit sie sich nicht wieder viel zusammenzieht: letzteres ist nicht der Fall, wenn auch noch die letzte Ausdehnung bei höherer Wärme bewirkt worden ist. Ein Zusammenlegen der frisch ausgedehnten Blasen muß man vermeiden; weil sonst die inneren Wände, wie frische Schnittflächen, so fest zusammenkleben, daß man sie nicht mehr von einander bringt.

Es versteht sich übrigens von selbst, daß durch das Aufschneiden dieser Ballone Platten von beliebiger Dicke erhalten werden können. Zur Darstellung solcher Federharzplatten ist der Gummispeck bequem, der sich leicht in Platten von $^1/_8$ Zoll bis 1 Linie Dicke zertheilen läßt. Vorher muß man denselben in mäßiger Wärme austrocknen, um das noch gebundene Wasser zu ent-

fernen (S. 456); dann die Platte noch warm in einer Presse zusammendrücken, um die Zwischenräume zu schließen, und die Oberfläche ebener zu machen. Man schneidet nun diese Federharzstücke mit einem naß gemachten scharfen Messer, oder mit parallelen Messern, oder mit parallelen Schneidscheiben, nach der Einrichtung derjenigen Vorrichtung oder Maschine, welche in diesem Bande S. 244 beschrieben, und in Taf. V, Fig. 11 vorgestellt ist, in Platten oder Streifen von beliebiger Dicke, da das Federharz naß sich eben so leicht schneiden läßt, als fester Käse. Diese Platten lassen sich leicht nach der Länge oder nach der Breite vergrößern, wenn man die frischen Schnittenden zweier an einander passenden Stücke oder Platten an einander fügt, wovon weiter unten. Auch lassen sich solche geschnittene Platten oder Riemen noch weiter ausdehnen und dünner machen, wenn man sie auf einer steinernen von unten erhitzten Tafel nach allen Richtungen ausdehnt.

Dieses Ausdehnen kann ebenfalls durch Aufblasen geschehen, wenn man die einzelnen Platten an den Schnittflächen zusammenfügt, und so einen Sack bildet, den man dann mit Anwendung von Wärme durch Aufblasen weiter ausdehnt. Gleichfalls kann man dickere Streifen dünner und breiter machen, wenn man sie, nachdem sie in siedendem Wasser erhitzt worden, zwischen warmen kupfernen Platten preßt.

II. Bearbeitung durch Auflösung oder Zertheilung.

Um das Verhalten des Kautschuks gegen Auflösungsmittel zu erklären, kann man annehmen, daß die kleinsten Theile, welche seinen emulsiven Zustand in dem Baumsafte ausmachen, auf ähnliche Art konstituirt seyen, als man dieses für die Körner der Weizenstärke annimmt; daß sie nämlich aus einer festen Hülle bestehen, welche eine harzartige flüssige oder halbflüssige Substanz umschließet. So lange die Kautschukhülle, mit der sich die einzelnen Körner nach Entfernung des Wassers an einander legen, unverletzt bleibt, behält das Kautschuk seine natürlichen Eigenschaften: nach Zerstörung dieser Hülle hingegen tritt die innere Flüs-

sigkeit hervor, und bildet mit ersterer die schmierige Substanz, in welche das Federharz beim Schmelzen übergeht; auf ähnliche Art als die Stärke durch das Rösten gummiartig wird. Sobald daher das Federharz durch ein ätherisches oder fettes Öhl wirklich aufgelöst wird; so verliert es auch die Eigenschaften, die dem Kautschuk zukommen; so daß also ein eigentliches Auflösungsmittel für diese Substanz, ohne zugleich die Zersetzung derselben zu bewirken, nicht existirt. Die ätherischen Öhle sowohl als die fetten lösen das Federharz, nachdem es in denselben vorher unverändert aufgequollen ist, nach längerer Zeit, zumahl unter Beihülfe von Wärme, ganz auf, aber mit Verlust seiner Eigenschaften, und diese Auflösung verhält sich nicht anders, als eine Mischung der durch das Schmelzen erhaltenen schmierigen Substanz mit dem Öhle.

Um daher das Federharz mit Erhaltung seiner Eigenschaften in eine Art von emulsiven oder fein zertheilten Zustand zurückzuführen, dürfen die Auflösungsmittel nur so weit wirken, daß sie die einzelnen Körner, aus welchen dasselbe besteht, von einander trennen, indem sie sich zwischen ihre Oberfläche eindrängen, und dadurch ihren gegenseitigen Zusammenhang auf ähnliche Art aufheben, als dieses in dem Baumsafte der Fall war; ohne jedoch so weit zu wirken, daß die Hülle der Körner zerstört würde, weil dann Auflösung und Zersetzung eintreten würde. Dieses leistet der Äther, das rektifizirte Steinkohlen-Theeröhl, und das rektifizirte Terpentinöhl, wenn sie von fettem Öhl und von Harz völlig frei sind, weil letztere, sich mit dem Kautschuk verbindend und die gedachte Hülle angreifend, dasselbe allmählich in die Zersetzung überführen.

Um diese Art von Auflösung oder die Zertheilung des Federharzes mit Äther (Schwefeläther) zu bewirken, muß dieser von Alkohol völlig gereinigt seyn (Bd. I, S. 169), indem man ihn mit einige Mahl erneuerten Portionen kalten Wassers (etwa 2 Maß Wasser auf 1 Maß Äther) schüttelt. Man schneidet nun das vorher in der Wärme ausgetrocknete Federharz in kleine Stückchen, und übergießt diese in einer zu verstöpselnden Flasche mit Äther, so daß das Federharz hinreichend damit bedeckt wird. Letzteres schwillt darin außerordentlich auf, wird gallertartig und

zertheilt sich zuletzt gleichmäßig in der Flüssigkeit, als wenn eine wahre Auflösung vorgegangen wäre; obgleich das unveränderte Federharz sich in derselben nur in einer höchst feinen Zertheilung befindet. Streicht man von dieser Flüssigkeit auf eine Fläche, so verdünstet der Äther sehr schnell, und läßt das Federharz in seinem natürlichen Zustande zurück, so daß man auf diese Art, wenn man die Auflösung auf Formen von Thon streicht, allerlei Gegenstände darstellen kann. Der Preis des gereinigten Äthers ist jedoch ein Hinderniß für die praktische Anwendung dieses Verfahrens; auch ist diese Zubereitung wegen der außerordentlich schnellen Verflüchtigung des Äthers schwierig zu handhaben, da sich das Federharz während des Gebrauches augenblicklich ausscheidet und zusammenballt. Das Sassafrasholzöhl und Rosmarinöhl wirken zwar auf ähnliche Weise, sind aber wegen des Preises für ein praktisches Verfahren noch weniger anwendbar. Hat man mittelst einer mit diesen ätherischen Öhlen gemachten Auflösung eine Fläche von Federharz hergestellt, so muß diese mit warmem Alkohol zur schnelleren Entfernung des Öhles gehörig ausgewaschen werden.

Das viel wohlfeilere Terpentinöhl und Steinkohlentheeröhl sind im rektifizirten Zustande mit demselben Erfolge anwendbar; es tritt jedoch bei denselben, so wie bei den ätherischen Öhlen überhaupt, der Umstand ein, daß, wenn die Verbindung desselben mit dem Federharz, auf Flächen aufgestrichen, auch anfänglich mit Zurücklassung einer Lage natürlichen Federharzes austrocknet, doch nach einiger Zeit in Folge der Einwirkung eines Theiles des von dem Federharze fest zurück gehaltenen Öhles, unter dem Einflusse der Luft und des Lichtes, eine Zersetzung desselben eintritt, indem es allmählich eine schmierige, nämlich dem Zustande der eigentlichen Auflösung zugehörige, Beschaffenheit annimmt, und sich dann wie die schmierige Substanz verhält, in die das Federharz in höherer Wärme übergeht, so daß es endlich zu einer spröden und brüchigen Masse austrocknet. Diese Veränderung erfolgt um so schneller, je mehr Öhl mit dem Federharz verbunden war, je mehr dieses schon an und für sich von der harzigen oder kampferartigen Substanz, in welche die ätherischen Öhle durch allmähliche Oxydation an der Luft übergehen, enthal-

ten hat, und je leichter das Öhl an der Luft sich durch Oxydation zu verändern fähig ist: sie erfolgt demnach am schnellsten beim Terpentinöhl, und am langsamsten beim Rosmarinöhl. Nach der oben aufgestellten Ansicht läßt sich dieser Erfolg daraus erklären, daß die nach der Verdünstung des größten Theiles des ätherischen Öhles in dem Federharze zurück bleibende, oder durch die Einwirkung von Luft und Licht aus dem Reste des dem Federharze anhängenden Öhles gebildete harz- oder theerartige Substanz allmählich die Hülle der Federharzkörner erweicht und auflöst, und die innere Flüssigkeit frei macht, die dann ihrer Seits ebenfalls zur Aufhebung der eigenthümlichen Struktur der Federharztheile fortwirkt.

Es ist daher bei der Anwendung der ätherischen Öhle nicht nur nothwendig, diese im rektifizirten Zustande anzuwenden, nämlich von aller harzartigen Beimischung so viel wie möglich zu befreien, sondern auch die fernere harzartige Zersetzung derselben in ihrer Verbindung mit dem Federharze zu hindern, was nach der von Lüdersdorff gemachten Entdeckung dadurch geschieht, daß etwas Schwefel in demselben aufgelöst wird. Das von Lüdersdorff (in dessen Schrift, »das Auflösen und Wiederherstellen des Federharzes ꝛc. Berlin 1822«) nach seinen Versuchen angegebene Verfahren besteht im Wesentlichen im Folgenden.

Die ätherischen Öhle, welche zur Aufweichung oder Aufschwemmung oder sogenannten Auflösung des Federharzes dienen sollen, also hauptsächlich das Terpentinöhl und Steinkohlen-Theeröhl, werden sorgfältig rektifizirt. Das Terpentinöhl wird auf gewöhnliche Art mit Wasser (zu gleichen Theilen) destillirt, und nur etwa zwei Drittel bis höchstens drei Viertel abgezogen. Ein Tropfen dieses rektifizirten farbenlosen Öhles muß auf feinem Papiere mäßig erwärmt, bald verdunsten, ohne auf demselben einen Flecken zurück zu lassen. Wenn es zum weiteren Gebrauche aufbewahrt werden soll, so ist eine Flasche ganz damit anzufüllen, genau zu verstopfen, und an einem dunkeln Orte oder mit schwarzem Papiere beklebt, aufzubewahren. Übrigens kann das Terpentinöhl zu dieser Verwendung auch durch Schütteln mit Weingeist von 75 Prozent Tralles gereinigt werden, welcher aus dem-

selben die harzigen Theile aufnimmt, während das gereinigte Öhl sich nach einiger Zeit oben sammelt und abgegossen werden kann.

Auch läßt sich das Terpentinöhl von den harzartigen Bestandtheilen dadurch befreien, daß man es mit Schwefelsäure, die mit gleichviel Wasser vermischt ist, schüttelt. Nach einiger Ruhe gießt man das Öhl ab, und wiederhohlt die Behandlung mit neuer gewässerter Schwefelsäure, bis diese durch Aufnahme von Harz nicht mehr gefärbt wird. Die Abscheidung des Harzes durch Rektifiziren wird auch befördert, wenn man die Rektifikation des Terpentinöhls mit gebränntem Kalk und Wasser vornimmt.

Will man Steinöhl gebrauchen, so wird dieses wie Terpentinöhl rektifizirt. Will man das Steinkohlen-Theeröhl, das übrigens bei Gasbeleuchtungsanstalten in Menge abfällt, selbst aus dem Steinkohlentheer destilliren, so versetzt man diesen mit Wasser, in welchem so viel Kochsalz aufgelöst ist, daß der Theer in demselben nicht mehr zu Boden fällt; wodurch man die starke Erhitzung des Theers, und das dadurch bewirkte Aufstoßen des Wassers vermeidet, wenn derselbe unter dem Wasser auf dem Boden des Gefäßes liegt.

Das rektifizirte Öhl wird nun mit dem Schwefel verbunden. Auf 100 Theile des rektifizirten Terpentinöhls nimmt man drei Theile Schwefelblumen oder fein gestoßenen Stangenschwefel, bringt beides in einen porzellanenen Topf oder eine gläserne Retorte, und erhitzt nun unter stetem Umrühren die Mischung langsam bis zu 90° R., in welcher Wärme man die Flüssigkeit unter stetem Umrühren so lange erhält, bis der Schwefel aufgelöst ist. Man verstärkt nun das Feuer, bis die Auflösung in ein gelindes Kochen kommt, und erhält sie in diesem etwa 5 Minuten lang. Man läßt nun die Auflösung erkalten; nach 12 Stunden schlägt sich aus derselben noch etwas Schwefel in Krystallen nieder, worauf man das so vorbereitete Öhl zur Behandlung oder Auflösung des Federharzes verwendet.

Man wählt hierzu besonders den Gummispeck, da dieser wohlfeiler und leichter zu zerschneiden ist. Er wird mit (nassen) Messern zuerst in größere Stücke, dann in dünne Scheiben, zuletzt in kurze Streifen von so viel möglich gleicher Größe zerschnit-

ten. Wendet man das Federharz in Flaschen an, so zerkleinert man es eben so, behandelt es aber für sich mit dem Öhle, aus dem weiter unten angegebenen Grunde.

Die Quantität des Öhles, mit welchem das zerkleinerte Federharz in einem Gefäße übergossen wird, hängt von der größeren oder geringeren Flüssigkeit ab, die man der Masse für irgend einen Gebrauch geben will. Zur Bildung eines nicht zu dünnen Überzuges, wie zum Luft- und Wasserdichtmachen der Zeuge, rechnet man auf einen Theil Federharz drei Theile Öhl; zu einer firnißartigen Masse, die sich mit dem Pinsel streichen läßt, zehn Theile Öhl auf einen Theil Federharz. Soll die Auflösung zur Bildung gleichmäßig dicker Platten dienen: so sind zwei Theile Öhl auf einen Theil Federharz hinreichend.

Das zerschnittene Federharz bringt man in ein mehr hohes als weites Gefäß, damit das aufgegossene Öhl dasselbe in einer höheren Schichte bedecke, und auch nach der Aufschwellung der Federharzstückchen noch alles mit dem Öhl bedeckt bleibe, weil sonst die oberen, ganz oder zum Theil aus dem Öhle hervorragenden, Stückchen eine geringere Aufweichung erhalten würden. Wird daher wenig Öhl angewendet, so ist es nothwendig, das Federharz sehr klein zu schneiden. Nach aufgegossenem Öhle bedeckt man das Gefäß oder verbindet es mit nasser Blase, und läßt es mehrere Tage ruhig stehen und erweichen. Nach dieser Zeit nimmt man das erweichte Federharz in wallnußgroßer Menge heraus, und knetet es mittelst eines starken Spatels auf einem glatten Bretchen, um es zu einer gleichartigen Masse zu zerdrükken und zu verarbeiten; was mit einer Portion nach der andern geschieht, bis der Vorrath erschöpft ist. Die zertheilte Masse wird nun in das Gefäß zurück gebracht, und neuerdings einige Tage in Ruhe gelassen. Während dieser Zeit verschwindet der schaumige Zustand, den die Masse während der Zertheilung angenommen hatte, und sie erscheint nun, wenn sie auf 1 Theil Federharz 2 Theile Öhl enthielt, als ein weißer, weicher, elastischer Teig, der zwar an den Händen klebt, sich aber nach einigem Kneten wieder ablöst, überhaupt dem natürlichen Federharze ganz ähnlich ist. Bei drei Theilen Öhl ist die Masse salbenartig, klebend und schmierbar. Bei zehn Theilen Öhl ist sie zwar noch

nicht flüssig, doch so weich, daß man sie mit einem Borstpinsel streichen kann. Hat man Gummispeck und Federharz in Flaschen zusammen eingeweicht, so macht es viel Mühe, sie gleichartig zu verarbeiten, da der Gummispeck das Öhl schneller aufnimmt, als das Flaschenharz; weßhalb es vorzuziehen ist, beide Sorten für sich abgesondert zu verarbeiten.

Es bedarf übrigens kaum einer Erinnerung, daß bei einer Fabrikation mehr im Großen das Zerreiben des aufgeweichten Federharzes mittelst einer mechanischen Vorrichtung geschehen müßte, wozu wohl am besten die in dem Artikel: Farben S. 427 angegebenen beiden Farbemühlen zu gebrauchen wären, wenn bei der in der Fig. 5, Taf. 94 dargestellten Mühle statt der beiden Steine zwei Zylinder aus hartem und dichtem Holze angewendet würden.

Nach Lüdersdorff lassen sich nun diese aufgeweichten Federharzmassen auch beliebig färben, indem man die geeigneten harzartigen Farbstoffe vorher mit dem geschwefelten Terpentinöhl extrahirt, oder auch die Farben nachher den farbigen Federharzteigen zusetzt, und sie damit zusammenreibt, als Krapplack, Florentinerlack, Berlinerblau rc., ferner Zinnober, Chromgelb, Kobaltblau, Chromgrün, Mineralgelb. Auch lassen sich die Farben mit Wasser abreiben, und dann unter den Teig mengen, der diese wasserhaltigen Körper, so wie Wasser selbst, leicht annimmt, und letzteres beim nachfolgenden Austrocknen wieder verliert. Von einer dicken Auflösung von arabischem Gummi kann man so viel darunter reiben, daß, wenn man nachher viel Wasser darauf gießt, um das Gummi auszuziehen, das Federharz in seinen feinsten Theilen gleich Milchrahm auf der Flüssigkeit schwimmt, und so, bis auf seine durch das ätherische Öhl bewirkte Weichheit, gewisser Maßen demjenigen gleich kommt, welches im natürlichen Pflanzensafte vertheilt ist (S. 457). Auch Wachs läßt sich mit diesem Federharzteige, wenn es warm gemacht worden, so daß das Wachs schmilzt, sehr leicht mischen: bei einem Fünftel Wachs erscheint das Federharz in seinen Eigenschaften noch unverändert.

Diese Behandlungsart des Federharzes entspricht also allen Forderungen, die man an ein Verfahren zur Auflösung dieser

Substanz ohne Veränderung seiner Eigenschaft machen kann, und die auf diese Weise dargestellten Federharzteige ersetzen ganz in der Leichtigkeit ihrer Verwendung zu verschiedenen Zwecken den natürlichen Baumsaft. Um nach dieser Weise Platten von beliebiger Dicke darzustellen, ist nichts weiter erforderlich, als den mit zwei Theilen Terpentinöhl auf einen Theil Federharz gemachten Teig auf eine dünne geglättete Pappe (einen Preßspan) aufzutragen, und mit einem Mangel- oder Nudelholz, wie einen Kuchenteig, so dünn als man will, auszuwalzen, was am füglichsten mit Anwendung einiger Wärme geschieht: das Mangelholz wird naß gemacht. Der Teig klebt auf der trockenen Pappe an, wird dann mit Glanzpapier bedeckt, unter eine Presse gebracht, wo man ihn 12 Stunden lang läßt. Nach einigen Tagen nimmt man das Papier von der Oberfläche, und läßt die Platte bis zu ihrer völligen Austrocknung auf der Pappe. Letztere kann zu wiederhohlten Mahlen gebraucht werden.

Auf welche Art endlich eine wirkliche Auflösung des Federharzes, also mit Verlust seiner Eigenschaften, zu bewirken sey, um eine Art von schwer austrocknendem Firniß zu bilden, ergibt sich von selbst aus dem Bisherigen, indem hier gerade dieselben Substanzen wirksam sind, welche bei der Zubereitung des Federharzes mit Beibehaltung seiner Eigenschaften, vermieden werden müssen. Das gemeine harzhaltige Terpentinöhl, Terpentinöhlfirniß, fettes Öhl und Öhlfirniß sind dazu geeignet. Man übergießt die klein zerschnittenen Federharzstückchen in einem Glaskolben mit Leinöhl, das vorher mit Bleiglätte gekocht worden ist, erwärmt die Masse im Sandbade, und setzt dann bis zur hinreichenden Verdünnung warm gemachtes Terpentinöhl hinzu. Oder: man schmelzt das zerschnittene Federharz in einem eisernen Löffel, oder einem irdenen Topfe, den man über einem gelinden Feuer so weit erhitzt hat, daß, wenn man ein Stückchen Federharz hinein wirft, dieses einen weißen Dampf von sich gibt. Man setzt nach und nach die Stückchen Federharz hinzu, bis sie jedes Mahl, unter Entwickelung dieses weißen Rauches, geschmolzen sind, wobei man mit einem eisernen oder messingenen Stiele umrührt. Würde das Federharz einen schwarzen Rauch, ein Zeichen schon anfangender Verkohlung, von sich geben, so wäre der Löffel zu

heiß. Wenn man auf diese Art 2 Unzen Federharz geschmolzen hat, so gießt man unter Umrühren zwei Pfund vorher mit Bleiglätte gekochtes warmes Leinöhl hinzu, und gießt dann das Ganze durch ein feines Sieb in ein anderes Gefäß. Diese Firnisse haben die Eigenschaft langsam zu trocknen, und einen biegsamen Überzug zu bilden.

III. Technische Anwendung des Federharzes.

Außer der bekannten Anwendung des Federharzes zum Auslöschen von Bleistiftstrichen auf dem Papiere, hat diese Substanz durch die Fortschritte, die man in ihrer Bearbeitung gemacht hat, in neuerer Zeit eine Menge nützlicher Anwendungen erhalten, deren Kreis sich ohne Zweifel immer mehr erweitern wird. Sie sind im Wesentlichen folgende.

Zu Stöpseln. Da das Federharz weder von der Schwefelsäure noch von sauren Gasarten angegriffen wird, so dient es in mehreren Fällen sehr gut zum Verschließen von Gefäßen, z. B. von den Zündfläschchen für die Feuerzeuge mit chlorsaurem Kali. Man kann diese Stöpsel unmittelbar aus dem Gummispeck schneiden. Die dünneren Platten Federharz, die man entweder aus den aufgeblasenen Ballons (S. 460), oder aus dem Zerschneiden des Gummispecks (S. 463), oder nach der Lüdersdorff'schen Methode (S. 471) erhält, dienen sehr vorzüglich zum luft- und dampfdichten Verschließen von Gefäßen mit weitem Halse statt der gewöhnlichen Rindsblasen, zumahl von solchen, in welchen saure und ammoniakalische Dämpfe vorhanden sind. Nur dürfen in den mit Federharz verschlossenen Gefäßen keine ätherischen Öhle oder Auflösungen in ätherischen Öhlen oder in Äther sich befinden, weil die Dämpfe dieser Flüssigkeiten das Federharz erweichen.

Zu Röhren. Röhren aus Federharz sind für manche Zwecke, zumahl bei chemischen Operationen (Bd. IV. S. 114) sehr vortheilhaft. Sie lassen sich leicht darstellen, indem man die frischen Schnittflächen eines Riemens von Federharz spiralförmig um ein rundes, glattes mit Bärlepsamen oder Graphitpulver eingeriebenes Holz windet, die Schnitte so fest wie möglich an einander drückt, und dann noch mit einem Bande fest umwickelt.

Nachdem man das Ganze so etwa 24 Stunden in Ruhe gelassen hat, windet man das Band ab, und zieht den Kern aus der Röhre.

Bei Streifen von geringer Dicke kann man auch so verfahren, daß der runde Kern auf den Streifen der Länge nach gelegt, und dieser um den ersteren bis zur Vereinigung der Schnittflächen herumgebogen wird, so daß dann die zusammengelöthete Naht der Achse des Kerns parallel läuft. In diesem Falle muß jedoch die Breite des Streifens dem Umkreise des Kernes gleich gemacht werden. Bei ganz kurzen Röhren von 1 bis 2½ Zoll wird die Anwendung eines Kernes überflüssig, indem man die frischen Schnittflächen eines aus einer aufgeschnittenen Federharzflasche geschnittenen Streifens mit den Fingern zusammen preßt.

Damit diese Operation vollkommen gelinge, sind folgende Vorsichten nöthig: 1) der Streifen, aus dessen Windung die Röhre gebildet wird, muß in gleicher Breite geschnitten werden, so daß die Schnittflächen parallel sind. Es geschieht dieß am besten mittelst eines scharfen naß gemachten Messers, und eines auf die Federharzplatte aufgelegten eisernen Lineals. 2) Der Schnitt muß ununterbrochen fortgeführt werden, damit keine Absätze auf der Schnittfläche entstehen. 3) Man muß eine Platte wählen, die möglichst gleiche Dicke hat, damit die Schnittflächen gleich groß werden. 4) Die Schnittflächen müssen unmittelbar nach ihrer Bildung vereinigt werden, und ohne sie mit den Fingern oder irgend einer fettigen oder pulverigen Substanz in Berührung zu bringen. 5) Ein wesentliches Erforderniß einer festen und vollständigen Vereinigung, zumahl für dickere Stücke oder breitere Schnittflächen, ist die Anwendung von Wärme. Mit diesem Hülfsmittel wird die Löthung oder der Zusammenhang so fest, wie an den übrigen unverletzten Stellen. Schneidet man aus einer dicken Federharzflasche einen kurzen Streifen, und vereinigt die Schnittflächen ohne Anwendung von Wärme; so wird die Verbindung nicht fest: erwärmt man aber die Schnittflächen über einer Kerzen- oder Weingeistflamme, und drückt sie nun zusammen; so verbinden sie sich so, daß sie nach einiger Zeit nicht mehr aus einander zu bringen sind. Wenn man aus Federharzstreifen lange Röhren verfertigt, so wird daher die Operation sehr

erleichtert, wenn die Streifen vorher (auf einem warmen Ofen) erwärmt worden sind, und die Zusammenfügung über einem warmen Kerne geschieht. Ich würde dazu ein blechernes Rohr vorschlagen, welches mit heißem Wasser gefüllt ist.

Für kurze Röhren kann man unmittelbar den von den Federharzflaschen abgeschnittenen Hals verwenden; diese können zum Zusammenfügen von Glasröhren bei chemischen Operationen dienen. Aus diesen Hälsen lassen sich leicht dünnere und längere Röhren herstellen, indem man sie erwärmt, und beliebig auszieht, nachdem man ein rundes Holz durchgesteckt hat, das vorher mit gepulvertem Schwefel oder mit Graphitpulver eingerieben worden ist.

Zu Gefäßen, Überzügen und hohlen Formen aller Art. Man stellt diese leicht her, indem man die mit Äther (S. 459) oder heißem Wasser (S. 462) erweichte Federharzflasche über einen beliebigen Model zieht, nachdem man ihr vorläufig durch Aufblasen die passende Größe gegeben hat. Damit sich der Überzug nach dem Abnehmen von der Form nicht wieder zusammenziehe, muß die Ausdehnung geschehen, so lange das Federharz noch mit dem Äther durchdrungen ist, oder so lange das Federharz noch die gehörige Wärme hat. Wendet man die mit dem Pinsel streichbare Federharzauflösung (S. 469) an; so verfertigt man Formen aus Thon, der mit Sand gemengt ist, trocknet sie, und streicht die Auflösung darüber; nach dem Abtrocknen eine neue Lage u. s. f., bis die gewünschte Dicke erreicht ist. Ist der Überzug abgetrocknet; so wäscht man den Thon mit Wasser aus. Macht man den Überzug über Holzformen, so läßt sich der abgetrocknete Überzug durch Umstülpen abziehen, wodurch man die innere am Holze anliegende glattere Fläche nach außen erhält. Man muß jedoch vor dieser Operation die äußere Fläche mit Mehl, Bärlepsamen, Graphitpulver oder fein zerriebenem Talk einreiben, weil die frischen Flächen, wenn sie einander berühren, nicht mehr aus einander zu bringen sind. Man kann auf diese Art wasserdichte Stiefel und Schuhe verfertigen, indem man die Überzüge von Federharz auf den passenden Formen anfertigt, das innere der Schuhe damit auslegt, und dann mit feinem Leder bedeckt.

Zu Luft- und wasserdichten Zeugen. Früher wendete man die Auflösung des Federharzes mit Leinöhlfirniß (S. 471), oder dessen Auflösung in Steinöhl oder Steinkohlen-Theeröhl dazu an, indem mittelst derselben zwei gleich große Stücke Zeug auf einander geklebt werden, so daß der Firniß sich zwischen beiden befindet. Allein nach längerer Zeit wird diese Masse brüchig und spröde, wie immer, sobald eine Zersetzung oder eigentliche Auflösung des Federharzes vorgegangen ist. Für die Anfertigung solcher Zeuge taugt vorzüglich die von Lüdersdorff angegebene Methode, indem nach derselben die Zeuge mit einer Lage des natürlichen Federharzes überzogen werden.

Man spannt die Zeuge oder Leder, welche überzogen werden sollen, auf einer festen Unterlage straff aus, indem man sie mit kleinen Nägeln rundum fest nagelt. Man kann nun zwar mit derjenigen Federharzmasse, welche mit mehr Terpentinöhl bereitet ist, mittelst des Pinsels leicht eine beliebig dicke Schichte Federharz aufstreichen; wohlfeiler kommt man jedoch zu Stande, wenn man die Masse, welche einen Theil Federharz auf drei Theile Terpentinöhl enthält, anwendet. Man streicht dieselbe mittelst einer langen, stumpfen und biegsamen Messerklinge auf, indem man jedes Mahl davon nur so viel, als ein großer Theelöffel faßt, verarbeitet, und damit fortfährt, bis die ganze Fläche gleichförmig gedeckt ist. Wenn nach einem oder zwei Tagen der ganze Überzug trocken geworden, so kann man einen zweiten auftragen, wenn der erste noch nicht stark genug seyn sollte. Man muß dabei die erste Lage bei dem zweiten Aufstreichen nicht zu hart behandeln, damit sie sich nicht wieder ablöse. Um die Fläche der Federharzlage glatt und eben zu machen, überdeckt man sie mit blank geglättetem Papier, und bringt sie in eine Presse, wodurch sich das Federharz auch mehr in das Gewebe des Zeuges einpreßt. Nachdem das Zeug einige Tage getrocknet hat, läßt sich das Papier wieder leicht davon abziehen. Ein Überziehen des Zeuges auf beiden Seiten ist nicht erforderlich; doch muß man auch die Schnitte des Zeuges mit der Masse dicht machen, um das Eindringen von Luft oder Wasser durch dieselben zu hindern. Eben so wenig ist ein Aufkleben eines zweiten Stück Zeuges auf die Federharzlage erforderlich. Sollen die mit dem Federharz bekleideten

Zeuge zu Luftkissen oder Schwimmgürteln oder Kleidern verarbeitet werden; so ist ein Zusammennähen in der Regel nicht nöthig. Man braucht nur die zu vereinigenden Enden mit etwas sorgfältig aufgestrichener Federharzmasse zusammen zu kleben, und die Fugen von außen noch mit derselben Masse zu bestreichen. Der große Zusammenhang des Federharzes schützt vollständig gegen ein Auseinandergehen, und das Zeug reißt eher an einer andern Stelle, als an den Löthungen.

Die Oberfläche des in diesen Lagen neu gebildeten Federharzes behält noch längere Zeit dieselbe Art von Klebrigkeit, welche den frischen Schnittflächen des Federharzes eigen ist. Man schafft diese weg, wenn man die Flächen mit den bereits oben genannten pulverigen Substanzen überfährt. Auch wenn man dieselben kurze Zeit einem dichten Rauche aussetzt, dann mit Fließpapier abreibt, erreicht man denselben Zweck. Die Oberfläche des Federharzes erhält dadurch diejenige Farbe, welche den im Handel befindlichen Federharzflaschen eigenthümlich ist.

Die aus dünnem Federharz hergestellten Gegenstände, zumahl die frischen Überzüge, müssen vor der Berührung mit jenen Substanzen bewahrt werden, die durch die wahre Auflösung des Federharzes seine Zersetzung herbeiführen, als da sind: die undestillirten ätherischen Öhle, venetianischer Terpentin, Firnisse aus einer Auflösung von Harzen in ätherischen Öhlen, die trocknenden fetten Öhle und die daraus gebildeten Firnisse, endlich in Wasser aufgelöste Seifen, besonders Öhlseifen. Hat durch zufällige Berührung mit einer dieser Substanzen ein Federharzpräparat eine Beschädigung erhalten, so bestreut man die angegriffenen Stellen mit fein gepulvertem Schwefel, und reibt diesen darauf ein, wodurch ein weiteres Fortschreiten der Zersetzung gehemmt wird.

Zu elastischen Schnüren und Geweben. Diese neueste Anwendung des Federharzes verspricht auch die ausgedehnteste zu werden. In allen Fällen, wo elastische Schnüre und Bänder benöthiget werden, gibt es kein geeigneteres Materiale als das Federharz, das den bisher angewendeten aus Messingdraht spiralförmig gewundenen Federn weit vorzuziehen ist. Zu dieser Fabrikation ist die Herstellung hinreichend langer Streifen

oder Fäden von der gehörigen Dicke erforderlich. Diese Dicke ist nach der Art des Gebrauches verschieden, und geht von der Dicke von 0,2 Linien bis zu dem Durchmesser einer Linie und darüber. Diese Fäden werden aus Federharzstreifen oder Platten geschnitten, und man gibt ihnen diejenige Breite, welche der Dicke der Platte gleich ist; so daß sie viereckig, und so nach dem Überspinnen mit Seide rund werden.

Man stellt sie entweder aus den Federharzflaschen oder aus dem Gummispeck her. Im ersten Falle wird die Flasche nach der früher angegebenen Weise so weit aufgeblasen, bis ihre Wände diejenige Dicke erreichen, welche der Federharzfaden oder die Schnur haben soll. Man schneidet dann mit einer scharfen, von Zeit zu Zeit mit Wasser benetzten Schere die Wände der Blase in Streifen von derselben Breite, indem man am Boden derselben anfängt, und spiralförmig mit der Schere herumgeht, bis man den am Halse noch befindlichen dickeren Theil erreicht. In dem Maße als die Schnur abgeschnitten wird, wird sie auf einer Spule aufgewickelt. Wenn die Federharzblasen groß sind, kann man auf diese Art sehr lange Schnüre erhalten; doch ist dazu Übung erforderlich, damit die Operation schnell vor sich gehe.

Schneller und gleichförmiger geht die Arbeit von Statten, wenn man den Ballon erst in einen breiteren Streifen auf die vorige Art zertheilt, und dann diesen erst durch ein aus parallelen Messern bestehendes Schneidezeug in eine beliebige Zahl von Fäden zerschneidet. Man kann diese Vorrichtung maschinenmäßig einrichten, vermittelst zweier Rollen oder Spulen, deren Achsen parallel sind, und zwischen denen das Schneidzeug feststehend sich befindet. Ist der Federharzstreifen auf der einen Rolle, die sich nur mit einer gewissen Spannung umdrehen läßt, aufgewickelt, und das Ende an der zweiten befestigt, so erfolgt das Zerschneiden in Fäden durch das Umdrehen der zweiten Rolle um ihre Achse.

Schneller geht es mit den Platten, die man auf die oben angegebene Art (S. 464) aus dem Gummispeck geschnitten, oder nach der Lüdersdorff'schen Methode aus den Federharzmassen dargestellt hat. Man richtet dazu, wie so eben erwähnt, ein Werkzeug ein, das aus fünf oder sieben oder mehr parallelen

Messern besteht, die in derjenigen Entfernung von einander stehen, welche der Breite oder Dicke der Schnüre entspricht. Mittelst eines Lineals schneidet man auf diese Art auf einmahl so viel Schnüre ab, als das Werkzeug Messer weniger einem enthält. Sollen die Schnüre eine größere Länge erhalten, als die Federharzplatten oder Streifen besitzen; so müssen diese vorher, nachdem sie in gleicher Breite zugeschnitten worden, mit den breiten Enden auf die oben erwähnte Weise (S. 473) an einander gelöthet werden, wodurch man Streifen von jeder Länge herstellen kann. Das Zerschneiden solcher Streifen von bedeutender Länge geschieht dann auf die vorher erwähnte Weise.

Ich habe den Versuch gemacht, die Federharzfäden durch Spritzen auf dieselbe Art darzustellen, als dieses bei der Bildung der Makaroni-Nudeln der Fall ist; und dabei ein befriedigendes Resultat erhalten. Man nimmt den mit der geringsten Menge Terpentinöhl bereiteten Federharzteig (S. 469), füllt ihn in einen Zylinder, dessen Boden mit einer oder mehreren Öffnungen von beliebigem Durchmesser versehen ist, und preßt mittelst des in den Zylinder passenden Kolbens den Teig durch, indem man die austretenden Schnüre auf glatten steinernen Platten auffängt, von denen sie nach dem Austrocknen abgenommen und aufgewunden werden, indem man sie durch Stärkmehl oder gepülverten Graphit laufen läßt. Man kann auf diese Art Fäden von jeder Länge und jeder beliebigen Feinheit darstellen.

Diese Federharzfäden werden nun, um sie als elastische Schnüre zu verwenden, auf der gewöhnlichen Rundschnürmaschine (auf welcher die hohlen Rundschnüre verfertigt werden) mit Seide oder Baumwollgarn übersponnen, wobei die Einrichtung zu treffen ist, daß die Federharzfäden während des Überspinnens in einer gewissen Spannung erhalten werden, welche dann auch die Gränze ist, bis zu welcher sie sich in dem übersponnenen Zustande ausdehnen lassen, weil dann das Geflechte des Überzugs die weitere Ausziehung hindert. Man hält für die beste Einrichtung, wenn der Faden während des Überspinnens von 3 Zoll auf 5 Zoll ausgedehnt ist. Wenn die Schnüre übersponnen sind, so ziehen sie sich nicht ganz in ihrer ersten Länge zusammen; dieses erfolgt jedoch sogleich, als man sie mit einem war-

men Bügeleisen überfährt. Diese elastischen Schnüre finden zum Einsetzen in Theilen von Kleidungsstücken, welche elastisch seyn sollen, für Hosenträger, Kniebänder, Bruchbänder, Mieder ꝛc., eine häufige Anwendung. Sie können bei Strumpfwirkerarbeiten in die Ränder oder andere Theile von Nachtmützen, Socken, Strümpfen, Handschuhen ꝛc. eingelegt werden, um die erforderliche Elastizität und Spannung zu geben, wodurch z. B bei Strümpfen die Kniebänder ersetzt werden. Die Federharzfäden oder auch die schon übersponnenen Federharzschnüre können auch als Kette auf einem Webstuhle eingezogen, und mit einem Einschusse von Leinen- oder Baumwollengarn zu einem Bande von beliebiger Breite verwebt werden, um als elastische Gurten zu dienen, für Bettstätten, Stühle, u. s. w. Eben so für elastische Zeuge aus Baumwollen oder Leinengarn, wenn die aus diesem Garn bestehende Kette mit einer hinreichenden Anzahl von übersponnenen Federharzschnüren versehen wird. Bei dem Weben dieser Zeuge wird dasselbe beobachtet, wie bei dem Überspinnen der Federharzfäden: sie befinden sich nämlich in der Kette in ihrer größten Ausdehnung, so daß die durch Wärme beförderte Zusammenziehung erst nach der Vollendung des Gewebs erfolgt. Diese Zeuge dehnen sich nach der Richtung der Länge aus. Soll die Ausdehnung auch nach der Breite erfolgen; so muß ein Theil des Einschusses auch mit denselben Federharzschnüren bewerkstelligt werden. Auch elastisches Wollentuch läßt sich auf eben diese Art herstellen, indem die Kette mit Federharzfäden (übersponnen oder nicht), je nach dem Grade der gewünschten Elastizität mehr oder weniger, vermengt, und der Einschuß mit Wolle auf die gewöhnliche Art oder auch abwechselnd mit Federharzfäden gemacht wird. Solche Wollenzeuge lassen sich auch walken, rauhen und scheren, um ihnen die Fläche und den Strich des gewöhnlichen Tuches zu geben.

Noch bleibt etwas über die Verwendung der eigentlichen Federharzauflösung (S. 471) zu sagen übrig. Diese Firnisse haben wenig Anwendung; ehemahls wurden sie zur Überziehung von Luftballonen gebraucht, wozu sie gut taugen, weil sie die Poren verstopfen, ohne bald auszutrocknen und brüchig zu werden. Zum Dichtmachen des Leders für Schuhe, Stiefeln ꝛc. taugen sie

nicht wohl, weil sie so lange schmierig bleiben, und, wenn sie einmahl trocken werden, nicht besser wirken als gewöhnlicher Leinöhlfirniß. Das geschmolzene Federharz wendet man da an, wenn man gewisse Körper lange klebrig erhalten, und vor dem Festwerden bewahren will, z. B. beim fetten Kitte (Bd IV. S. 114). Neuerlich wird es als ein gutes Mittel angewendet, um feine Stahlwaaren, Prägestempel ꝛc., vor dem Rosten zu schützen, indem man die Stahlflächen ganz dünn damit bestreicht. Mit Fliesspapier läßt es sich leicht wieder abwischen. Sehr nützlich wird das geschmolzene Federharz zur Konservirung der Stahlstiche (Bd. I. S. 181) verwendet; indem man die Linien damit ausfüllt, und die Platte damit überzieht. Mit einem in heißes Terpentinöhl getauchten Pinsel wird dieser Überzug wieder weggeschafft.

Der Herausgeber.

Federn (der Vögel).

Man unterscheidet an den Vogelfedern zwei Haupttheile, nämlich die Fahne und den Schaft; des letztern vorderer Theil, welcher eine hornartige durchscheinende Röhre bildet, heißt der Kiel, die Spule oder Pose. Der Kiel ist an seinem Ende offen, und enthält im Innern das Mark (die Seele) eine Zusammensetzung von kleinen häutigen Trichtern, welche einen Kanal von der Öffnung des Kiels nach dem massiven Theile des Schaftes bildet, und zur Ernährung der Feder dient. Die größten Federn befinden sich in den Flügeln (Schwungfedern) und im Schwanze (Steuerfedern); kleinere, mit breiter Fahne und schwachem Kiele bedecken den ganzen Körper der Vögel (Deckfedern); die allerkleinsten, welche einen kaum bemerkbaren Kiel und eine außerordentlich feine wollige Fahne besitzen, stehen unter den Deckfedern, dicht auf der Haut (Flaumfedern, Flaumen, Daunen oder Dunen).

Die Hauptbenutzung der Vogelfedern ist eine dreifache: 1) zum Ausstopfen von Betten und Kissen (Bettfedern); 2) zum Schreiben (Schreibfedern); 3) zum Schmucke (Schmuckfedern, Putzfedern).

I. Bettfedern.

Als solche werden in der Regel die Deckfedern und Flaumen der Gänse benutzt, welche sich durch Weichheit, Leichtigkeit und Elastizität vorzüglich brauchbar zeigen. Man gewinnt sie theils von lebenden Gänsen (welche drei Mahl des Jahres gerupft werden, nämlich im Frühlinge, in der Mitte des Sommers und zu Anfange des Herbstes), theils von geschlachteten (wobei man 7 bis 8 Loth Deckfedern, und etwa 2 Loth Flaumen auf eine Gans rechnet).

Die Federn von lebenden Gänsen (welche man lebendiges Gut oder Sommergut nennt) werden, weil sie weniger dem Verderben unterliegen, und mehr Elastizität besitzen, höher geschätzt als die von geschlachteten (todtes Gut oder Wintergut); eben so gelten die Federn von ungemästeten Gänsen für besser als die von gemästeten. Federn von solchen Gänsen, welche zu jung gerupft worden sind, werden leichter von Motten angegriffen als die ganz reifen von älteren Thieren.

Die eingesammelten Federn werden an der Sonne oder in einem geheitzten Zimmer gut getrocknet, dann durch Schlagen mit leichten Stäbchen aufgelockert, und von anhängendem Schmutze gereinigt. Das sorgfältigste Trocknen ist unerläßlich, weil ohne dasselbe die an den Kielen befindliche Feuchtigkeit in Fäulniß geht, und einen üblen Geruch verursacht. Federn, welche an diesem Fehler leiden, können davon befreit werden, indem man sie drei oder vier Tage lang in Kalkwasser einweicht, mit reinem Wasser auswäscht, auf Netzen trocknet und mit Stäbchen klopft.

Die Flaumen sind nach der erwähnten einfachen Vorbereitung unmittelbar zum Gebrauche geeignet; die Deckfedern dagegen befreit man gewöhnlich von ihren steifen Kielen, indem man die Fahne mit den Fingern abreißt, eine Arbeit, welche das Reißen oder Schleißen der Federn genannt wird. Durch das Reißen geht $^1/_6$ bis $^1/_4$ vom Gewichte der Federn verloren: natürlich bei groben mehr als bei feinen, weil bei den letzteren die Kiele verhältnißmäßig schwächer sind. Eine Person kann in zehn bis zwölf Arbeitsstunden nicht leicht mehr als ein halbes Pfund

geschlissene Federn liefern. Durch Zerhacken der Federn kann das Reißen nur höchst unvollkommen ersetzt werden, da die kurzen Stückchen der Kiele sehr leicht durch die Betten stechen; daher kommen gehackte Bettfedern auch nur als Ausnahme vor. Im Handel werden die Bettfedern öfters verfälscht, theils durch Einmengung schon gebrauchter Federn (welche man an den abgenutzten Spitzen erkennt), theils durch schlechtere Federn von anderem Geflügel, theils endlich durch feinen weißen Sand, Gyps oder andere pulverige Körper, welche nur den Zweck haben, das Gewicht zu vermehren, und sich durch Schütteln leicht entdecken lassen.

Federn von anderen Vogelarten als den Gänsen werden verhältnißmäßig selten zur Füllung der Betten angewendet. Berühmt sind die Eiderdunen, nämlich die weißen oder grauen, durch außerordentliche Leichtigkeit und Elastizität ausgezeichneten Flaumen der Eider-Ente oder Eidergans (Anas mollissima), womit dieser, in den nördlichsten Gegenden von Europa, Asien und Amerika einheimische Vogel sein Nest ausfüttert. Das Einsammeln derselben ist, weil die Nester häufig auf hohen und überhängenden Felsen sich befinden, oft mit Gefahr verbunden. Die Dunen werden dabei in faustgroße Klumpen zusammengeballt, welche man nachher durch Klopfen mit Stäbchen, durch Fachen mit dem Fachbogen der Hutmacher, oder durch Erwärmen und Umrühren in einem Kessel auflockert und reinigt. Die Dunen mehrerer anderer Wasservögel, wie der Möven, Taucher u. s. w., scheinen den käuflichen Eiderdunen öfters beigemengt zu seyn. Die Deckfedern und Dunen des Schwans sind weißer und feiner als jene der Gans, kommen aber nicht häufig in den Handel. Letzteres gilt auch von den Flaumen des Pelekans, welche an Güte den Gänsedunen wenigstens gleich stehen. Von geringerem Werthe als die Gänsefedern sind dagegen die Federn der Enten, des Truthahns, der Hähne und Hühner und der Repphühner, welche alle in einzelnen Fällen zum Ausstopfen der Betten angewendet werden.

II. Schreibfedern.

Die Schwungfedern aus den Flügeln der Gänse sind fast die einzigen, welche man zum Schreiben gebraucht. Die besten

sind diejenigen, welche den Thieren zur Mauserzeit (im Mai oder Junius) von selbst ausfallen oder ausgezogen werden, weil sie die völlige Reife erlangt haben; weniger geschätzt sind die zu andern Zeiten den Gänsen gewaltsam ausgerissenen, am schlechtesten die von geschlachteten Gänsen. Die Ausdrücke lebendiges Gut oder Sommergut und todtes Gut oder Wintergut haben hier die nämliche Bedeutung wie bei den Bettfedern. In jedem Gänseflügel sind nur die fünf äußersten Federn zum Schreiben brauchbar. Die erste, welche Eckfeder (Eckpose, Ort- oder Endpose) genannt wird, ist am härtesten und rundesten unter allen, aber kurz; die folgenden zwei werden Schlachtfedern (Schlachtposen) genannt; auf diese folgen die zwei Breitfedern. Die Schlachtfedern sind die besten, die Eckfeder dagegen ist die schlechteste, und wird sehr oft gar nicht benutzt; die Breitfedern sind von mittlerer Güte. Zwischen den Federn aus beiden Flügeln findet ein kleiner Unterschied Statt, den man leicht bemerkt; sie sind nämlich nach entgegengesetzten Richtungen gekrümmt. Wenn man eine Feder des rechten Flügels so auf den Rücken legt, daß das Kiel-Ende dem Beschauer zugekehrt ist, so befindet sich die breitere Seite der Fahne links, und ebenfalls nach der linken Seite ist der Schaft der Feder gekrümmt. Bei den Federn des linken Flügels ist beides umgekehrt, daher diese beim Schreiben durch ihre auswärts gerichtete Krümmung manchen Personen bequemer in der Hand liegen.

Die rohen Gänsekiele müssen, um zum Schreiben brauchbar zu werden, eine Zurichtung erleiden, durch welche folgende Zwecke erreicht werden sollen: 1) Vermehrung der Härte; 2) ein gewisser Grad von Sprödigkeit, vermöge dessen gute Federn rein und ohne Zähne spalten; 3) Entfernung der dünnen Haut, womit die Kiele im natürlichen Zustande überzogen sind, so wie des an ihnen sitzenden Fettes, welches das Anhaften der Tinte verhindern würde. Die Zurichtung zerfällt in folgende besondere Arbeiten:

1) Das Sortiren, wobei man die Federn des rechten und linken Flügels von einander trennt, sie nach Länge, Dicke, Härte zusammenlegt, und besonders die Rangordnung berücksich-

tigt, welche die Federn nach ihrer Stellung in dem Flügel beobachten. In der Regel sind die schwersten Federn die besten.

2) Das Reinigen oder Putzen, wobei der Kiel von allem Schmutze befreit, und von der Fahne das Überflüssige, welches die Feder entstellen oder beim Schreiben hinderlich fallen könnte, mittelst eines scharfen Glasscherbens oder eines Rasirmessers abgeschabt wird.

3) Das Ziehen, Härten oder Brennen. Es ist die eigentliche Hauptoperation, und besteht im Wesentlichen darin, daß man die Kiele bis zu einem angemessenen Grade (50 bis 70° R.) erhitzt, dann jeden einzeln der Länge nach mit einer Messerklinge abstreift. Durch die Wärme wird die Spule unmittelbar zwar erweicht; aber wenn sie dann wieder erkaltet, besitzt sie eine viel größere Härte, als im natürlichen Zustande, und ihre ursprüngliche Zähigkeit hat einem gewissen Grade von Sprödigkeit Platz gemacht. Es kommt hierbei wesentlich darauf an, daß die Hitze weder zu schwach noch zu stark sey. Im erstern Falle werden die Federn nicht hart genug, sondern bleiben zähe, und behalten die üble Eigenschaft, einen unreinen, gezahnten Spalt zu machen; im zweiten Falle werden sie leicht verbrannt, oder erlangen wenigstens eine so große Sprödigkeit, daß sie wie Glas zerbrechen und wohl auch krumm spalten. Der richtige Grad der Wärme ist dann eingetreten, wenn die Kiele gleichmäßig erweicht sind, und die sie umkleidende Haut ohne Mühe abgestreift werden kann. Das Erwärmen kann über freiem, nicht rauchendem und nicht flammendem Kohlenfeuer, oder in heißer Asche, auch in erhitztem feinen Sande (statt dessen wohl ein Gemenge von Sand und Thon angewendet wird), oder endlich in heißem Wasser geschehen. Am gewöhnlichsten bedient man sich des Sandes, der dann entweder auf einer eisernen Platte von unten, oder in einem großen und flachen blechernen Gefäße von oben erwärmt wird. Im letztern Falle ist dicht über der Oberfläche des Sandes ein kleiner parallelepipedischer Ofen angebracht, dessen Boden und dessen vier Seitenwände aus eisernen Stäben wie Roste zusammengesetzt sind. Auf die obere Öffnung wird eine Haube von Eisenblech mit einer Zugröhre gesetzt. Die Heitzung geschieht durch Holzkohlen, womit man den Ofen anfüllt. Indem der Arbeiter die durch Einstecken

in den Sand erwärmte Feder mit der linken Hand auf sein Knie legt, drückt er sie mit dem Messer, welches er in der Rechten hält, oben, wo als Fortsetzung des Schaftes der Kiel anfängt, stark zusammen, und zieht sie behende unter dem Messer durch, so, daß sich die Haut größtentheils abstreift. Der erwähnte Druck am Anfange des Kiels hat zugleich die Wirkung, daß die Seele oder das Mark im Innern der Feder abreißt, und in der Folge beim Schneiden herausfällt. Ein geschickter Arbeiter kann des Tages wohl 3000 Stück ziehen. Dem Messer gibt man oft eine solche Einrichtung, daß es ohne Beihülfe der Hände gebraucht werden kann. Man bedient sich nämlich einer drei Zoll langen, 1 1/2 Zoll breiten Klinge, welche, die Schneide nach unten kehrend, mit ihren Enden an zwei Eisenstäbchen festgeschraubt ist. Letztere gehen durch den Arbeitstisch, auf welchem das Sandgefäß steht, und sind unten mit einem Tritte in Verbindung gesetzt. Eine Feder treibt das Messer wieder in die Höhe, wenn der Fuß vom Tritte aufgehoben wird. Unter dem Messer ist als Unterlage für den Kiel ein flaches eisernes Klötzchen, welches man wohl auch mit Tuch bekleidet, auf dem Tische angebracht. Man kann auf diese Weise zwei oder drei Federn zugleich ziehen, da dem Arbeiter beide Hände zum Halten derselben frei sind. Die Seiten, wo der Kiel von dem Messer und der Unterlage berührt wurde, machen sich durch zwei klare durchsichtige Streifen bemerkbar. Sollen diese vermieden werden, so muß in dem Messer ein halbrunder Ausschnitt befindlich seyn, durch welchen der Kiel einige Mahl mit der gehörigen Wendung durchgezogen wird.

Unmittelbar nach dem Ziehen werden die Federn einige Zeit an einer Stelle in den Sand gesteckt, wo derselbe etwas kühler ist; zuletzt aber bringt man sie wieder in den ganz heißen Sand zunächst am Ofen, um den gehörigen Grad von Härte zu erzeugen. Um von den ganz wieder erkalteten Kielen die Reste der fettigen Haut und allen übrigen Schmutz zu entfernen, werden sie gebürstet. Zwei flache steife Bürsten sind zu diesem Behufe so angebracht, daß die eine, die Borsten nach oben kehrend, auf einem Tische fest liegt, die zweite hingegen über jener sich befindet, mittelst eines Fußtrittes niedergedrückt, und durch eine

eiserne Feder wieder aufgehoben wird. Die Kiele werden, mehrere zugleich, zwischen diesen Bürsten, während dieselben in Berührung mit einander sind, schnell hin und her gezogen, und erlangen auf diese Weise Glätte und Glanz.

Nach neueren Erfahrungen kann man sich mit Erfolg des Wasserdampfes zur Zurichtung der Schreibfedern bedienen, und selbst weniger gute Federspulen werden dadurch hart und durchsichtig. Man hängt in einem Kessel mit enger Mündung, der nur zum Theile mit Wasser gefüllt ist, die Federn so auf, daß die Spitzen der Kiele das Wasser beinahe berühren, bedeckt den Kessel, läßt das Wasser vier Stunden lang ununterbrochen sieden, nimmt die Federn, welche nun ganz erweicht sind, heraus, reibt sie den nächsten Tag mit einem wollenen Lappen, und läßt sie in gelinder Wärme vollends trocknen.

4) Das Binden, wobei 25 Federn zusammengelegt und mit einer Schnur umwickelt werden. Es wird verlangt, daß das Büschel eine vierseitige Gestalt habe, und regelmäßig aus fünf Reihen, jede von fünf Stücken, bestehe. Um dieses zu erreichen, bedient man sich eines einfachen Werkzeuges, nämlich eines Holzstückes von 3 Zoll Länge, 2 Zoll Breite und 1 Zoll Dicke, welches ein Arbeiter mittelst einer Schnur flach vor den Leib bindet. Die Fläche dieses Holzes enthält fünf parallele Spalten oder Furchen von ungefähr 6 Linien Tiefe, welche am Boden enger sind als an der Öffnung, so daß die mit den Spitzen hineingesteckten Kiele sich festklemmen. Nachdem nun der Arbeiter 25 Federn regelmäßig in die fünf Spalten vertheilt hat, faßt er das ganze, horizontal von seinem Leibe abstehende Büschel fest mit einer Hand, macht es aus dem Holze los, und schiebt einen viereckigen eisernen, mit Bindfaden umflochtenen Ring darüber, durch welchen es so lange zusammenhält, bis ein anderer Arbeiter die Schnur herumgewickelt hat. Man sieht darauf, daß die äußern Federn eines Bundes schöner und besser seyen, und erlaubt sich meist, ins Innere einige schlechtere oder fehlerhafte zu legen. Verschiedene Sorten werden durch verschieden gefärbte Schnur kenntlich gemacht. Acht Büschel (oder zusammen 200 Stück) werden in ein Pack gebunden; fünf Pack gehen auf das Tausend. Ein fleißiger

Arbeiter bindet des Tages 8000 Stück. In manchen Fabriken hat man zum Umwickeln des Bindfadens eine Maschine, mit welcher in einem Tage 20,000 bis 24,000 Federn gebunden werden.

Die Schreibfedern kommen im Handel in sehr vielen Sorten vor, welche theils durch die verschiedene natürliche Schönheit und Güte der Kiele, theils durch kleine Abweichungen in der Zurichtung entstehen In letzterer Beziehung unterscheidet man hauptsächlich die ganz durchsichtigen oder Glaskiele von den weißen, welche nur einen oder mehrere durchsichtige, durch das Ziehen entstandene Längenstreifen besitzen. Die Zubereitung der Glaskiele ist nicht völlig bekannt. Angeblich soll es hinreichen, die rohen Federn 48 Stunden lang in Alaunwasser zu legen, zu trocknen und auf die oben beschriebene Weise in heißem Sande zu behandeln, um ihnen die gänzliche Durchsichtigkeit zu geben. Zuweilen verziert man die undurchsichtigen Spulen mit hellen sich durchkreuzenden Linien, welche durch Drücken der erwärmten Federn mit der stumpfen Messerklinge hervorgebracht werden (Kreuzkiele). Durch Eintauchen in heißen Kurkume-Absud werden öfters die Kiele gelb gefärbt. Die schlechtesten (unreifen) Spulen, welche bei der Bereitung an der Spitze aufplatzen, werden als sogenannte offene Federn in den Handel gebracht, nachdem man die beschädigte Spitze abgeschnitten und das Mark herausgenommen hat.

Gute Schreibfedern müssen ohne Sprünge oder andere Beschädigungen, hart, beim Drücken elastisch, und endlich vollkommen rund seyn (damit sie sich nicht von selbst in der Hand drehen). Beim Schneiden müssen sie leicht, gerade und ohne Zähne spalten. Alte Federn werden, weil sie weniger fett sind, für besser gehalten als die frisch zubereiteten. Man kann die gelbliche Farbe, welche gewöhnlich eine Folge des Alters ist, künstlich dadurch hervorbringen, daß man die Kiele einige Zeit in verdünnte Salzsäure steckt, und sie dann wieder in gelinder Wärme vollkommen austrocknen läßt.

Außer den Gänsefedern gebraucht man die Schwanenfedern, Straußfedern und Truthahnfedern, welche wegen ihrer Härte zum Notenschreiben, so wie zum Schreiben

auf Pergament u. dgl. (z. B. auf Bücher-Einbänden) sehr geeignet sind; ferner die Rabenfedern, von denen man, da sie dünn und klein sind, zu feinen Schriften und Zeichnungen Anwendung macht. Die Federn der Seemöve können gut die Stelle der Rabenfedern vertreten.

Alle Arten von Schreibfedern werden gewöhnlich ungeschnitten, oft aber auch geschnitten verkauft. Im letztern Falle wird manchmahl der Schaft sammt der Fahne weggeschnitten, und man steckt beim Gebrauche die Spulen auf einen runden hölzernen Stiel, oder auf eine etwas dünnere Gänsefeder, von welcher die Hälfte des Kiels abgeschnitten ist. Eine eigenthümliche Ersparniß hat man dadurch zu erreichen gesucht, daß man die Gänsespulen der Länge nach in drei Theile schnitt, und jeden Theil wieder in zwei Stücke spaltete, um sodann jedes der letzteren an beiden Enden auf die gewöhnliche Weise zu schneiden. Man erhält hierdurch aus jeder Spule sechs brauchbare Schreibfedern von der Gestalt der Fig. 1 (Taf. 96), welche man zum Gebrauche auf eine derjenigen Arten befestigt, welche sogleich bei den Metallschreibfedern angegeben werden.

Beim Schreiben ist das so oft nöthige Schneiden und Ausbessern der Federn eine Unbequemlichkeit; bei kalligraphischen Arbeiten und beim Zeichnen ist es zugleich unwillkommen, daß wegen der allmählichen Abstumpfung der Feder die mit derselben gemachten Züge ungleich fein ausfallen. Beide Umstände fallen weg, wenn man künstliche Schreibfedern anwendet, welche aus einem der Abnutzung und der Erweichung durch die Tinte widerstehenden Materiale gebildet sind. Aus diesem Grunde hat man schon längst Metallschreibfedern gebraucht, allein nur der neuesten Zeit ist es vorbehalten gewesen, dieselben zu einiger Vollkommenheit zu bringen.

Das geeignetste Material zu künstlichen Schreibfedern ist der federharte Stahl, wegen seiner großen Härte und Elastizität. Die einfachsten Federn dieser Art haben die Gestalt von Fig. 2 (Taf. 96), d. h. sie bestehen aus einem schmalen und dünnen, nach Anzeige des Durchschnittes z rinnenartig gebogenen Plättchen, welches am Ende zugespitzt und aufgespalten ist, wie ein geschnit-

tener Gänsekiel *). Solche Federn taugen fast gar nicht zum schnellen Schreiben, weil sie dabei, wegen ihrer Steifheit, leicht am Papiere hängen bleiben und spritzen, oder gar (zumahl in feinem Briefpapiere) Löcher stechen. Dagegen sind sie zum langsamen Feinschreiben und zum Zeichnen sehr brauchbar, wenn man die Vorsicht anwendet, sie hinreichend schmal und dünn zu machen, damit der Spitze die erforderliche Feinheit und Biegsamkeit gegeben werden kann. Zum Zeichnen und Schreiben auf Stein in der Lithographie werden durchaus nur stählerne Federn gebraucht, welche für diesen Behuf um so unentbehrlicher sind, als eine Gänse- oder Rabenfeder sich auf dem Steine augenblicklich abstumpfen würde. Gillott in Birmingham schlug vor, die Spitzen der stählernen Federn bis auf einige Entfernung vom äußersten Ende an gleich breit zu machen, damit dieselben durch Abnutzung nicht sogleich stumpf würden; allein es ist begreiflich, daß dieses Verfahren nur bei Federn für sehr grobe Schrift ausführbar seyn kann. Übrigens können die stählernen Federn auf verschiedene Weise für den Gebrauch befestigt werden. Die einfachste Methode ist die, daß man dem Stahlplättchen, woraus die Feder gemacht ist, oben einen breitern Ansatz a a (Fig. 3) läßt, welcher dann zu einem Ringe oder kurzen Rohre a′ (Fig. 4) gebogen wird. Ein dünnes rundes Holzstäbchen x, welches in diesen Ring gesteckt wird, dient, um daran die Feder beim Schreiben zu halten. Manche Personen, welche sich von der gewohnten Form der Gänsefedern nicht lossagen mögen, und ein gerades unbiegsames Holzstäbchen zu unbequem für die Hand finden, ziehen es vor, die Feder, Fig. 2, in die Öffnung einer Gänsefeder, von welcher man den vordersten Theil des Kiels abgeschnitten hat, zu stecken,

*) Die Verfertigung dieser Federn geschieht mittelst des Durchschnittes (Bd. II. S. 373, Bd. IV. S. 481). Zwei solche Maschinen werden nach einander angewendet. Die erste schneidet aus dünnem Stahlbleche Stücke von der Form der Federn; die zweite macht mittelst eines scharfen Meißels den Spalt. Die halbzylindrische Biegung wird durch eine dritte Schraubenpresse in einer angemessenen ausgehöhlten Stanze gegeben. Aus freier Hand werden, nach dem Härten und Anlassen der Federn, die Spitzen durch Schleifen völlig ausgebildet.

und nöthigen Falls darin mittelst eines kleinen hölzernen Pfropfes zu befestigen. — Man hat mancherlei sogenannte Federhälter, in welchen Federn von der Form Fig. 2 so eingesetzt werden, daß man sie beliebig herausnehmen und gegen andere vertauschen kann. Fig. 5 zeigt die einfachste Einrichtung. a ist ein zylindrisches Holzstäbchen von 5 bis 6 Zoll Länge, b ein auf dasselbe fest aufgeschobenes Rohr von Stahlblech, dessen Ränder am freistehenden Ende einwärts umgebogen sind, wie man bei c, c sieht. Die Feder wird mit ihrem gerade abgeschnittenen Ende (m, Fig. 2) unter die eingebogenen Lappen gesteckt, und durch die Elastizität derselben gehalten. Sehr bequem (sowohl zum Festhalten der Stahlfedern als der kurzen gespaltenen und an beiden Enden geschnittenen Gänsekiele, von welchen oben die Rede war) ist auch folgendes Werkzeug, von welchem Fig. 6 und 7 die Seitenansicht, Fig. 8 die obere und Fig. 9 die untere Ansicht zeigt. Auf dem Holzstäbchen b steckt das messingene Rohr a d, dessen vorderes Ende d auf der untern Seite zur Hälfte ausgeschnitten ist, wie man aus Fig. 6, 7 und 9 erkennt. Ein zweites messingenes Rohr, e f, welches unten einen mit d übereinstimmenden Ausschnitt, und oben einen ähnlichen besitzt (s. Fig. 8), ist auf a d geschoben, und dreht sich um zwei Punkte c, c, wodurch es in eine Lage gebracht werden kann, wie die in Fig. 7 angegebene. Die erwähnten Drehungspunkte werden durch zwei kleine Nieten gebildet, welche durch die Wanddicke beider Röhren gehen, und innerhalb a d wie außerhalb e f verhämmert sind. Wenn das Werkzeug nach Angabe der Fig. 7 geöffnet ist, wird zwischen die konvexe Oberfläche von d und die hohle Unterseite von f eine Feder von der in Fig. 2 angezeigten Gestalt und angemessener Größe eingelegt, dann das bewegliche Rohr um c, c gedreht, und mittelst des über e geschobenen Ringes g festgehalten (s. Fig. 6), wodurch nun die Feder eingeklemmt ist.

Die stählernen Schreibfedern haben den Nachtheil, daß sie leicht rosten, was vorzüglich beim Schreiben mit Tinte, kaum dagegen beim Gebrauche der Tusche der Fall ist. Das Ausputzen der Feder, wenn man sie nach gemachtem Gebrauche weglegt, geschieht entweder nicht immer mit der gehörigen Aufmerksamkeit, oder beugt dem Rosten nicht gänzlich vor. Mehrere Wege sind

daher versucht worden, um solche künstliche Schreibfedern herzustellen, welche dem Roste gar nicht unterliegen: 1) Man hat die stählernen Federn mit Bernsteinfirniß lackirt; allein dadurch wird das Rosten der Spitzen, an welchen sich der Firniß sehr bald abnutzt, nicht verhindert. 2) Man versah stählerne Federn mit kurzen angelötheten Spitzen von Messing, Gold oder Silber. 3) Man verfertigte die ganzen Federn aus Metallen, welche von der Tinte nicht angegriffen werden, nämlich aus Messing, Platin, legirtem Golde oder Silber. Alle diese Metalle aber besitzen niemahls die große Elastizität des Stahls, welche hier so wesentlich ist. Diese Bemerkung gilt auch für den eben erwähnten Fall, daß bloß die Spitzen der Feder aus einem der genannten Metalle gebildet sind. Der Engländer Doughty versuchte die Herstellung von goldenen Federn mit angesetzten Spitzen von Rubin, Saphir oder anderen Edelsteinen; es leuchtet jedoch ein, daß dergleichen mehr ein originelles Spielzeug als eine Sache von allgemeiner Anwendung bleiben mußte, wenn gleich die Spitzen von harten Steinen durch ihre große Dauerhaftigkeit einen Vorzug besaßen. 4) Man nahm endlich auch seine Zuflucht zu nicht metallischen Stoffen, um aus denselben Federn zu verfertigen, und insbesondere sind Schildpat, Horn und Elfenbein für diesen Zweck versucht worden. Alle diese Federn haben zwar einen Grad von Elastizität, ähnlich dem der Gänsekiele, können aber nie sehr feine Spitzen annehmen, und werden durch das Schreiben schnell abgestumpft. Um den letztern Nachtheil zu umgehen, ist der Versuch gemacht worden, Federn von Horn oder Schildpat mit Spitzen aus härteren Substanzen, wie Gold oder Edelsteinen, zu versehen, welche in die durch Hitze erweichte Feder eingedrückt, oder auf dieselbe durch Siegellack u. dgl. festgekittet wurden. Jedoch auch diese Federn haben sich nicht Eingang verschaffen können. Man ist nach allen diesen Versuchen stets wieder auf die stählernen Federn zurückgekommen, und hat nur getrachtet, an diesen gewisse Verbesserungen anzubringen, durch welche man theils eine vollkommenere Biegsamkeit, theils andere Vortheile beim Schreiben zu erreichen beabsichtigte.

Obschon der Stahl das am meisten elastische Material ist, welches man zu Schreibfedern anwenden kann, so besitzt doch eine

stählerne Feder von der gewöhnlichen einfachen Form selten Biegsamkeit genug, um bei dem leichten Drucke auf das Papier im erforderlichen Grade nachzugeben. Zwar kann die größere Biegsamkeit durch verminderte Dicke des Stahls erreicht werden, allein die Spitzen sind dann zu schwach, um ein etwas schnelles Schreiben ohne Beschädigung der Feder zu erlauben. Aus diesem Grunde mußte auf andere Mittel Bedacht genommen werden. Das einfachste, welches zuerst versucht wurde, besteht darin, eine Feder von der in Fig. 4 gezeichneten Gestalt nicht unmittelbar mittelst ihres Rohres auf das Holzstäbchen x, sondern auf eine kurze und etwas starke, schraubenförmig gewundene Drahtfeder zu stecken, in deren Höhlung dann das Holz x erst eingeschoben wird. Letzteres füllt nicht den ganzen, über a' hervorstehenden Theil der Drahtfeder aus, und diese behält daher einige Biegsamkeit. Der Zweck wird aber hierdurch nur höchst unvollkommen erreicht, weil die größte Biegsamkeit in der Nähe der Spitzen der Schreibfeder liegen soll. Perry in London hat daher den wahren Weg eingeschlagen, indem er die Biegsamkeit durch Öffnungen und Einschnitte in dem vordersten Theile der Stahlfedern zu erreichen sucht; und unzweifelhaft sind seine Federn, im Ganzen genommen, die besten von allen bisher zum Vorscheine gekommenen. Auf Taf. 96 zeigen die Fig. 10 bis 18 die Hauptformen von Perry's Federn. Bei Fig. 10 und 12 endigt sich der Spalt in eine längliche Öffnung; hierdurch erlangen die Theile, mittelst welcher die Spitzen mit dem hintern Körper zusammenhängen, eine verminderte Breite, folglich größere Biegsamkeit. Noch vollständiger, und für eine leichte Schreibhand entsprechender, wird dieser Erfolg erreicht durch die Formen Fig. 12 bis 15, wo außer einer Öffnung am Ende des Spaltes noch feine, verschiedentlich gestellte Einschnitte angebracht sind; ferner Fig. 16, wo nur vier Einschnitte ohne Öffnung; Fig. 17, wo zwei Öffnungen mit davon ausgehenden Schnitten vorhanden sind; und Fig. 18, wo der Spalt sich oben in zwei Theile verzweigt. Es ist indessen nicht zu läugnen, daß das Verbiegen der Spitzen bei solchen Federn durch schnelles Schreiben oder durch Knoten auf dem Papiere leicht eintritt. In dieser Beziehung ist die öfters angewendete Einrichtung zu empfehlen, welcher zu Folge die ganze Feder aus einem sehr

dünnen, daher biegsamen Stahlplättchen verfertigt, und nur an den Spitzen durch kleine angelöthete, gehörig zugeschliffene Stahlstückchen verstärkt wird (s. Fig. 19), wo A die innere hohle Fläche der Feder, B deren Seitenansicht ist, und man die dicken Spitzen bei c deutlich bemerken kann. Nicht nur erreicht man hierdurch eine bedeutende Biegsamkeit, ohne daß die Spitzen sonderlich der Gefahr des Verbiegens ausgesetzt sind; auch ein anderer Vortheil fließt aus dieser Form: da nämlich die Innenseite der dicken Spitzen beim Schreiben nur einen kleinen Winkel mit der Fläche des Papiers bildet, so gleitet die Feder leichter über kleine Unebenheiten weg, ohne zu spritzen.

Mordan in London hat die in Fig. 23 gezeichnete Einrichtung erfunden, durch welche man im Stande ist, die Biegsamkeit der Federspitzen nach Bedürfniß der Hand des Schreibers zu vermehren oder zu vermindern. Die Federn sind von der gewöhnlichen einfachsten Form, aber auf dem Rücken derselben (d. h. auf der äußern oder konvexen Seite) liegt ein dünnes Stahlplättchen m n, welches bei m gabelartig gestaltet ist, so, daß jedes Ende der Gabel auf einer Spitze der Feder zu liegen kommt. l, l sind zwei kleine, an beiden Enden mit Messingscheibchen versehene Nieten, welche durch runde Löcher in m n, und durch längliche Spalten der Feder gehen. Auf diese Weise ist das Gabelplättchen mit der Feder verbunden, läßt sich aber auf derselben mit einigem Widerstande vor- und rückwärts schieben, wobei man mit dem Fingernagel an das Knöpfchen s faßt. In dem Maße, wie die Gabel m weiter gegen die Spitze der Feder hingeschoben wird, vermindert sich die Biegsamkeit der letztern.

Der nämliche Erfinder hat neuerlich sogenannte schiefe Schreibfedern zum Vorscheine gebracht, bei welchen das Wesentliche darin besteht, daß die Richtung des Spaltes mit der schrägen Lage der gewöhnlichen Schriftarten übereinstimmt, während dennoch die Spitze in der verlängerten Achse des Schaftes oder Stieles liegt. Fig. 22 stellt die äußere oder konvexe Oberfläche einer solchen Feder dar, wo a b der Spalt, b c der breitere Körper, und c d der rinnenförmige (zur Befestigung an dem Stiele oder Federhälter dienende) Hals ist. Hierdurch wird der

Vortheil erreicht, daß beide Spitzen sich gleichmäßig abnutzen (während bei gewöhnlichen Federn die eine Spitze mehr leidet), daß die Feder weniger in das Papier kratzt und nicht so leicht spritzt; allein die unbequeme Form dieser Federn scheint Ursache gewesen zu seyn, daß sie nicht viel Eingang gefunden haben. Es ist fast ohne Bemerkung klar, daß man auch auf die gewöhnliche Art geschnittene Federn nach dem angezeigten Prinzipe gebrauchen kann, wenn man sich eines Federhälters bedient, in welchem die Feder so befestigt wird, daß sie die gehörige schiefe Lage erhält. Ein solches Werkzeug hat Mordan angegeben.

Alle bisher erwähnten Metallschreibfedern stimmen darin mit einander überein, daß sie aus einem Stücke bestehen, in welches der Spalt geschnitten ist. Es ist aber auch, und zwar nicht ohne Erfolg, der Versuch gemacht worden, von diesem Prinzipe abzuweichen. Die Feder Fig. 20 (A die äußere Fläche, B die innere Fläche, C Seitenansicht, D Ansicht des obern Endes) besteht aus zwei zugespitzten Stahlplättchen a, c, welche mit ihren langen geraden Seiten sich berühren, und dadurch einen langen Spalt bilden, oben aber an das kurze messingene Rohr b festgelöthet sind. Der Winkel, unter welchem die Plättchen zusammenstoßen, ist ein Rechter; dem entsprechend ist die äußere Seite des Rohres b (wie man aus Fig. D entnimmt) mit einer rechtwinkeligen, von zwei ebenen Facetten gebildeten Ecke versehen, während die innere Hälfte rund, und am untern Theile e (Fig. B, C) ausgeschnitten ist. In das Rohr wird der hölzerne Stiel x (Fig. B, C) gesteckt. Die Federn von dieser Einrichtung sind wenig zum Spritzen geneigt, und gestatten recht wohl ein schnelles Schreiben, möchten dagegen für feine Schriften weniger empfehlenswerth seyn. Wenn man auf der innern Seite eine Zunge p von dünnem Messing- oder Silberbleche anbringt (s. Fig. 21), welche bei o in dem Rohre b angelöthet ist, und mit ihrer Spitze n dem Spalte der Feder ganz nahe steht, so hält dieselbe beim Eintauchen so viel Tinte zurück, daß man ohne neues Eintauchen drei oder vier Mahl so lange schreiben kann, als mit einer gewöhnlichen Feder. Um das Eindringen der Tinte hinter die Zunge zu erleichtern, besitzt die letztere ungefähr in der Mitte ein kleines Loch, welches in der Zeichnung zu bemerken ist.

Die eben erklärte Einrichtung macht den Übergang zu den sogenannten Schreib-Instrumenten (Tintenfaß-Federn oder Quellfedern), welche in einem eigenen Behältnisse einen Vorrath von Tinte enthalten, und denselben allmählich während des Schreibens ausfließen lassen, so daß das Eintauchen der Feder gänzlich erspart ist. Werkzeuge dieser Art sind für Reisende, für Ärzte, Schnellschreiber ꝛc. ohne Zweifel sehr erwünscht; indessen findet doch ihre Konstruktion manche Schwierigkeiten, welche noch nicht gänzlich beseitigt worden sind: 1) Das Nachfließen der Tinte ist nicht leicht mit solcher Regelmäßigkeit zu bewerkstelligen, daß niemahls zu wenig oder zu viel auf ein Mahl in die Feder gelangt; 2) die Tinte kommt bei fast allen diesen Instrumenten mit Theilen in Berührung, welche davon angegriffen oder verunreinigt werden, so daß sie entweder rosten oder durch den Absatz der Tinte in ihrer Funktion gestört werden; 3) da die Schreib-Instrumente aus Metall bestehen müssen, und (um einen wenigstens für Stunden hinreichenden Tinte-Vorrath fassen zu können) nicht zu dünn seyn dürfen, so wird ihre Handhabung etwas unbequem, und sie ermüden bei fortgesetztem Schreiben die Hand; 4) die große Sorgfalt, welche bei ihrer Verfertigung unerläßlich ist, verursacht eine bedeutende Erhöhung des Preises. Wenn man auch nur die zwei ersten Punkte als wesentlich ansehen will, so reichen sie doch allein schon hin, um zu erklären, wie es kommt, daß nach wenigstens fünfzigjähriger Erfahrung, und trotz zahlreicher Verbesserungen, die Schreib-Instrumente noch weit von der Vollkommenheit entfernt sind.

Es gibt ein sehr altes Werkzeug, welches die Einrichtung eines Schreib-Instrumentes in ihrer Kindheit darstellt, und als Spielzeug öfters verfertigt wird. Es ist dieß ein ungefähr 5 Zoll langes Glasrohr von der Dicke eines Bleistiftes, welches an einem Ende zu einer feinen offenen Spitze ausgezogen ist, am andern Ende, nachdem man es mit Tinte gefüllt hat, leicht verstopft wird. Wenn man mit der Spitze des Rohres schreibt, so fließt die Tinte aus demselben allmählich nach; allein die Unvollkommenheiten des Ganzen springen so sehr in die Augen, daß es überflüssig ist, dabei zu verweilen. Der erste Schritt zur Vervollkommnung bestand in der Anbringung einer geschnittenen Feder-

spule oder einer metallenen Schreibfeder an dem mit der feinen Öffnung versehenen Ende des Rohres, welches letztere man bald aus Glas, bald aus Holz oder Horn, bald aus Metall (Gold, Silber, silberplattirtem Kupfer) verfertigte. Der Ausfluß der Tinte in die Feder muß durch die Größe des feinen Loches regulirt werden, was sehr schwer, ja vielleicht unmöglich ist; das Loch selbst muß zur Zeit des Nichtgebrauches mit einem spitzen Stifte verstopft werden. Wenn die Tinte nicht ganz klar ist, sondern dicke Theile enthält, so erschweren diese den Ausfluß und hemmen somit das Schreiben.

Man hat bei einigen Schreib-Instrumenten die Ausflußöffnung vergrößert, aber mit einem nach innen sich öffnenden Kegelventile versehen, welches durch eine Feder angedrückt wird. Der Druck, mit welchem das Instrument beim Schreiben auf das Papier gesetzt wird, hält jenes Ventil stets in solchem Grade offen, daß die nöthige Menge Tinte in die Feder gelangt; sobald das Schreiben aufhört, fließt daher auch keine Tinte weiter aus. Eine andere Einrichtung besteht darin, daß die Ausflußöffnung sehr klein gemacht und ohne Ventil gelassen, dagegen an der Seite des Rohres eine zweite Öffnung mit dem nach einwärts aufgehenden Ventile angebracht wird. Das kleine Loch am vordern Ende läßt nur dann Tinte in die Schreibfeder ausfließen, wenn man das Ventil an der Seite durch Drücken auf ein dazu vorhandenes Knöpfchen öffnet, und so einer geringen Luftmenge über dem Tinten-Vorrathe einzutreten erlaubt. Dieser Druck auf das Ventil wird nun entweder jedes Mahl von neuem ausgeübt, wenn die in der Feder befindliche Tinte verbraucht ist, oder es wird darauf gerechnet, daß der Druck auf das Ventil durch das Halten des Instrumentes selbst immerwährend in hinreichendem Maße Statt finde, um einen steten langsamen Ausfluß der Tinte zu veranlassen. Bei dieser und der vorhergehenden Einrichtung ist es ein Hauptfehler, daß das Ventil sammt seiner Feder von der Tinte umgeben ist, und daher von derselben angegriffen oder verstopft werden kann.

Das vorhin erwähnte Ventil an der Ausflußöffnung hat man öfters durch einen kleinen Hahn ersetzt, welcher die Öffnung so lange verschließt, als das Instrument nicht gebraucht wird,

der aber, wenn man ihn umdreht, den Ausfluß der Tinte in die Feder gestattet. Hiervon gilt die eben in Beziehung auf das Ventil gemachte Bemerkung.

In das mit Tinte gefüllte Rohr hat Pradier zu Paris einen kleinen Schwamm gelegt, und darüber einen (die Wand des Rohrs nicht berührenden) Stößel oder Kolben gesetzt, dessen Stange oben aus dem Rohre hervorragte. Indem man von Zeit zu Zeit die Stange niederdrückt, wird mittelst des Kolbens der Schwamm gepreßt, und ein wenig Tinte durch das vordere feine Loch herauszudringen genöthigt, von wo dieselbe in die angesteckte Feder gelangt. Hierdurch ist der Vortheil erreicht, daß die Tinte durch den Schwamm filtrirt, und der Bodensatz von dem letztern zurückgehalten wird.

Empfehlenswerth scheint die Bauart des Schreib-Instrumentes, welches kürzlich der Engländer Parker erfunden hat. Auf Taf. 96 gibt Fig. 24 eine Darstellung desselben, und zwar A die Ansicht des Ganzen; B den Durchschnitt; C ebenfalls den Durchschnitt, aber mit Auslassung einiger Theile; D und E einzelne Bestandtheile. a b c ist das metallene Rohr, welches aus zwei auf einander gesetzten Theilen, a b und b c, besteht. In das untere Ende des Theiles b c ist der Federhälter d e f eingelöthet, bestehend aus einem Rohre f und einem darin befestigten, durchbohrten Zylinder e, dessen konische Öffnung sich bei d trichterförmig oder vielmehr glockenähnlich erweitert. Das Rohr f ist sammt dem Zylinder e vorn zur Hälfte ausgeschnitten, daher man in Fig. A auch e zu sehen bekommt. Übrigens bleibt zwischen dem Umkreise des Zylinders e und dem Rohre f ein enger Raum, in welchen die Schreibfeder g (ein geschnittener Gänsekiel oder eine stählerne Feder) eingeschoben wird. Wenn das Instrument nicht gebraucht wird, so schiebt man über die Schreibfeder die zylindrische Kapsel h, welche in Fig. E durchschnittweise gezeichnet ist. In ihr steht aufrecht der spitze Stift i, welcher in die Durchbohrung des Zylinders e am Federhälter eintritt und dieselbe verschließt, auch jederzeit vor der Verstopfung durch eingetrocknete Tinte bewahrt. Vor Anfang des Schreibens wird die abgenommene Kapsel auf das obere Ende a des Rohres a b c gesteckt, wo es eine willkommene Verlängerung darbietet;

dabei ragt der Stift i durch ein kleines Loch q in das Innere des Rohres hinein. — r ist der mit Tinte gefüllte Raum; ein Kolben oder Stempel k hat die Bestimmung, indem er niedergedrückt wird, die Tinte nach Bedarf durch die Bohrung von e hinauszutreiben, wo sie an dem Umkreise der glockenförmigen Höhlung d herabfließt, und sogleich an die Schreibfeder gelangt. In Fig. B nimmt der Kolben seinen höchsten Standpunkt ein; die Bewegung desselben erfolgt mittelst einer an ihm, statt der Kolbenstange, befindlichen Schraubenspindel, welche man in der Zeichnung bemerkt. Der Erfinder empfiehlt, eine dreifache und linke Schraube anzuwenden, weil in diesem Falle sowohl die Richtung der Umdrehung, welche man der Mutter der Schraube ertheilen muß, als die vermehrte Geschwindigkeit des Kolbens bequemer ist. Die Schraube ist an zwei gegenüberstehenden Seiten abgeplattet, und geht durch ein viereckiges Loch des im Rohre b c festgelötheten Plättchens p. Hierdurch wird der Kolben verhindert, sich zu drehen. Über p ist in dem Rohre zuerst ein weiter Ring n und dann ein kurzes Rohr o durch die Löthung befestigt; zwischen beiden ist der Rand einer Scheibe m eingeschlossen, welche das Muttergewinde für die Schraube des Kolbens enthält, und sich, der beschriebenen Veranstaltung zu Folge, nur drehen, aber nicht in dem Rohre schieben kann. Die Scheibe m, welche (so wie der Kolben) in Fig. C weggelassen ist, sitzt fest an dem engen Rohre l (man sehe beide zusammen in Fig. D), dessen oberes Ende mittelst eines quer durchgesteckten Stiftes s s (Fig. B) mit dem Deckel a b des äußern Gehäuses verbunden ist. Die Löcher, welche in a b für jenen Stift angebracht sind, findet man in Fig. C ebenfalls mit s, s bezeichnet. Einleuchtend ist, daß die Umdrehung von a b die Umdrehung der Schraubenmutter m, also das Auf- oder Niedersteigen des Kolbens k zur Folge haben muß. Um den Raum r mit Tinte zu füllen, taucht man das Instrument mit dem Ende d e in Tinte, und dreht dann den Deckel a b links herum, wodurch der Kolben (welcher sich ganz unten befand) allmählich in die Höhe geht, und der Luftdruck die Tinte durch die Bohrung des Zylinders e hineinpreßt. Dann steckt man die Feder g an, und bewirkt den Ersatz der verschriebenen Tinte auf die schon oben angezeigte Weise, nämlich indem

man mit der linken Hand den Theil ab des äußern Rohres von Zeit zu Zeit ein wenig rechts herum dreht. Nach Beendigung des Schreibens bewegt man den Kolben wieder ein wenig hinauf, wodurch die noch in der Ausflußöffnung hängende Tinte zurückgesaugt wird; endlich steckt man, zum Schutze der Feder, die Kapsel h (Fig. E) über f und das Ende c des Gehäuses.

III. Schmuck- oder Putzfedern.

Die Federn sehr vieler Vögel sind, theils wegen ihrer Größe und zierlichen Form, theils wegen der schönen Farben, welche sie von Natur besitzen oder durch Kunst annehmen, Gegenstand des Putzes. In Europa werden zu diesem Zwecke hauptsächlich folgende angewendet:

1) Straußfedern, vom gemeinen Strauße (Struthio camelus), die zu feinerem Putze am gewöhnlichsten gebrauchte Art von Federn. Sie empfehlen sich durch ihre Länge, ihre zierliche Krümmung, durch die Leichtigkeit, mit welcher sie (da sie wenig fett sind) gereinigt und gefärbt werden können, endlich durch die eigenthümliche Beschaffenheit der Fahne, welche aus weichen, seidenartigen, zu beiden Seiten des Schaftes gleich langen, nicht in einander greifenden, sondern frei von einander gesonderten Theilen besteht. Ihre Farbe ist theils weiß, theils grau oder schwarz, auch weiß mit schwarzen Flecken. Die schwarzen sind fast nie dunkel genug zum Gebrauche, und werden daher künstlich nachgefärbt. Die Straußfedern haben desto mehr Werth, je bedeutender ihre Länge, je schöner weiß ihre Farbe, je breiter und reicher ihre Fahne ist. In allen diesen Beziehungen stehen die Federn der Männchen jenen der Weibchen vor. Die längsten Federn sind die aus den Flügeln und dem Schwanze, kürzer sind die vom Rücken und Bauche, am kürzesten jene, welche den untern Theil des Halses bekleiden. Im Handel unterscheidet man die kleinen Federn (unrichtig zuweilen Straußdunen genannt), welche von 4 bis zu 12 Zoll lang sind, von den großen, deren Länge öfters auf 36 Zoll steigt. Übrigens werden nach Farbe und Schönheit mancherlei Sorten gemacht.

2) Reiherfedern. Sie gehören zu den theuersten Schmuckfedern, sind aber jetzt weniger im Gebrauch als vormahls.

Man erhält sie von mehreren Arten des Reihers, welche am Hinterkopfe einen langen, aus wenigen Federn bestehenden, herabhängenden Federbusch, und lange, von der Schulter bis über den Schwanz reichende Federn besitzen. Man unterscheidet schwarze und weiße Reiherfedern; beide haben gewöhnlich nicht mehr als fünf Zoll Länge. Die schwarzen rühren vom gemeinen Reiher (Ardea vulgaris, Bechst.; A. major und cinerea, Linn.), zum Theile vielleicht auch von dem Purpurreiher (A. purpurea) her. Die schönsten (orientalischen) sind so tief schwarz, daß sie keiner künstlichen Färbung bedürfen. Die geringeren fallen ins Bläuliche oder Bräunlichgraue, und werden wohl auch graue Reiherfedern genannt. Die weißen bestehen aus einem sehr dünnen Schafte, von welchem in kleinen Zwischenräumen feine, paarweise gestellte, seidenartige Fäserchen von silberweißer Farbe auslaufen. Der kleine Silberreiher (A. garzetta), und außerdem sehr wahrscheinlich auch der große Silberreiher (A. egretta), so wie der Nachtreiher (A. nyctocorax) liefert diese Federn.

3) Marabu-Federn. Diese kurzen, äußerst zarten Federn von schön weißer Farbe kommen aus Südamerika. Über den Vogel, welcher sie liefert, ist man ungewiß. Nach der Vermuthung Einiger ist es der Nandu oder amerikanische Strauß (Struthio rhea, Rhea grisea); eine andere Angabe bezeichnet eine Geierart, deren am Halse sitzender Federkragen die Marabu-Federn gebe; noch Andere endlich nennen zwei Vögel des Storchgeschlechtes, nämlich Ciconia marabu in Ostindien, und Ciconia argala in Afrika, deren lockere weiße Steißfedern unter obigem Nahmen zum Putze verwendet werden.

4) Paradisvogel-Federn. Die langen, vom Hinterleibe weit über den Schwanz hinausreichenden Federn des Paradisvogels (Paradisea apoda) werden als Federbüsche zu Damenputz gebraucht, und gehören zu den kostbarsten Arten der Schmuckfedern. Die Fahne derselben besteht aus lauter einzeln stehenden zarten Federchen von goldgelber, violetter, brauner und gelblichweißer Farbe.

5) Pfauenfedern. Die Schwanzfedern, welche an ihrer Größe und an den runden Flecken (Augen oder Spiegeln) zu erkennen sind, so wie die kleineren, nicht mit Spiegeln verse-

henen Federn von den Seiten und dem Bauche werden, trotz ihres herrlichen Farbenspiels, in Europa wenig zum Putze gebraucht.

6) Geierfedern, von dem Federkragen am Halse dieser Thiere. Sie werden sowohl im natürlichen Zustande, als auch gefärbt verarbeitet.

7) Hahnen- und Kapaunfedern. Die verschiedenfarbigen, bald kürzeren, bald längeren Federn aus dem Schweife der Haushähne und Kapaune werden häufig zu Federbüschen und geringerem Schmucke überhaupt verwendet, zu diesem Behufe auch noch durch Kunst mannigfaltig gefärbt. Zu gleichem Gebrauche dienen

8) Rabenfedern, Fasanfedern, die Federn des Kranichs, des Schwans, der Gänse und des Truthahns. Die weißen flaumenartigen Federn des Truthahns werden als unechte Marabu verarbeitet.

Die Arbeiter, welche sich mit der Zubereitung und Verarbeitung der Schmuckfedern beschäftigen, werden Federschmücker genannt. Ihre Verrichtungen sind von zweierlei Art; sie beabsichtigen nämlich theils eine vorbereitende Verschönerung der Federn, theils die Zusammenfügung derselben zu bestimmten Gegenständen des Putzes.

Zubereitung der Federn. Dieselbe begreift eine ziemliche Anzahl von Operationen, welche jedoch unter sich keinen nothwendigen Zusammenhang haben, so, daß nicht gerade alle Federn der ganzen Reihe dieser Arbeiten unterworfen werden müssen. Hierher gehört:

1) Das Reinigen oder Entfetten, welches stets die erste Operation ist, und mit den meisten Federn vorgenommen werden muß, um sie von dem Fette und Schmutze, womit sie im natürlichen rohen Zustande verunreinigt sind, zu befreien. Man reiht die Federn, um sie bequemer handhaben zu können, in größerer Anzahl auf Bindfaden, taucht sie in warmes Seifenwasser, welchem man wohl auch etwas Pottasche zusetzt, reibt sie vorsichtig mit den Händen, und spült sie in reinem erwärmtem Wasser ab. Diese Behandlung wird einige Mahl wiederhohlt.

2) Das Weißmachen. Die von Natur weißen Federn bedürfen gewöhnlich einer Zubereitung, durch welche man ihre

Farbe verschönert, und zufällige Flecken u. dgl. wegschafft oder verbirgt. Man geht hierbei auf verschiedene Weise zu Werke. Oft reicht es hin, die Federn in Wasser, worin feine Stärke oder geschlämmte Kreide zerrührt ist, einzuweichen, dann auszuschütteln und trocknen zu lassen. Manchmahl ist aber eine wirkliche Bleiche erforderlich, die entweder durch Schwefeln, oder mittelst Chlorkalk oder an der Luft bewerkstelligt werden kann. Das Schwefeln geschieht in einem Schwefelkasten (Bd. II. S. 429), wo über dem brennenden Schwefel Schnüre zum Aufhängen der nassen Federn angebracht sind. Wenn man die Federn eine oder zwei Minuten lang in einer schwachen Chlorkalk-Auflösung herumbewegt, dann sorgfältig in reinem Wasser abspült, so erhalten sie ebenfalls eine schöne Weiße; doch muß dieses Verfahren mit großer Vorsicht angewendet werden, wenn nicht vielmehr eine gelbliche Färbung entstehen soll, welche das Chlor durch die Einwirkung auf thierische Substanzen bekanntlich erzeugt. Die Bleiche durch Luft, Thau und Sonnenlicht wird veranstaltet, indem man die Federn aufrecht mit den Kielen in die Erde steckt, und sie vor zu starker Sonnenhitze durch ein über Pfählen ausgespanntes Leinwanddach schützt. Diese Behandlung erfordert 2 bis 3 Wochen Zeit, und ist den Federn, welche dabei zu stark austrocknen, leicht schädlich. Die auf eine oder die andere Weise gebleichten Federn werden in Wasser, welches mit Indigauflösung oder Waschblau versetzt ist, gebläut, und zuletzt nach der schon angegebenen Methode mit Kreide oder Stärke behandelt.

3) Das Färben. Sehr häufig werden die Federn vor der Verarbeitung verschiedentlich gefärbt. Da es gerade nicht nöthig ist, hierbei auf große Haltbarkeit der Farben zu sehen, so unterliegt im Grunde das Verfahren keinen großen Schwierigkeiten. Das Färben geschieht in der Regel kalt oder höchstens lauwarm, indem man die Federn so lange als es nöthig ist, in die Färbeflüssigkeit legt. Zum Schwarzfärben wählt man gern nur solche Federn, welche schon von Natur dunkelfarbig sind; denn auf weißen fällt die schwarze Farbe gewöhnlich matt und glanzlos aus. Dagegen gelingen alle übrigen Farben desto schöner, je weißer die Federn vor dem Färben waren. Die einzelnen Farben werden auf folgende Weise erzeugt: 1) Scharlachroth.

Man reibt die Federn in einem reinen lauwarmen Kleienbade ab, und spült sie ein paar Mahl in kaltem Wasser. Zugleich kocht man 1 Theil fein gepulverte Kochenille mit 2 Th. Weinstein in der erforderlichen Menge Wasser ab, setzt 2 Th. Zinnauflösung zu, und gießt die erkaltete Flüssigkeit auf die Federn, welche davon nach einiger Zeit eine blaßrothe Farbe erhalten. Die Vollendung des Färbens geschieht in einer zweiten Brühe, welche von Wasser, Zinnauflösung, Kochenille und ein klein wenig Kurkume bereitet wird. Zuletzt wäscht man die Federn in Wasser aus, welches eine kleine Menge Zinnauflösung und Weinstein enthält. — 2) Ponceau. Die Federn werden durch vier Stunden in eine kalte Auflösung von salzsaurem Zinnoxyd gelegt, und dann eine halbe Stunde lang in einem lauwarmen Kochenillebade ausgefärbt. — 3) Roth entsteht auch mittelst der Abkochung von Fernambukholz, welcher man etwas Alaun zugesetzt hat. Zieht man die Federn hierauf durch ein Orseillebad, so werden sie karmesinroth; eine Pottaschenauflösung dagegen macht die Farbe violettbraun. — 4) Rosenroth. Hierzu dient der Saflor, den man zuerst mit reinem Wasser in einem leinenen Sacke ausknetet, um das gelbe Pigment zu entfernen. Er wird dann noch mit schwacher Pottaschenlauge geknetet, und in dieser mit Zitronensaft versetzten Brühe nimmt man das Färben vor. — 5) Gelb. Acht Theile Gelbholz mit Einem Theile Alaun in Wasser abgekocht. Ein Zusatz von Fernambukholz macht die Farbe orange. Letztere Schattirung erhält man unmittelbar in einem Bade von Orlean mit etwas Pottasche. Ein sehr heißes Kurkumebad mit etwas Weinstein liefert Schwefelgelb. Verschiedene Schattirungen von Gelb erzeugt das chromsaure Kali, wenn die Federn vorher mit kalter Bleizuckerauflösung einige Stunden lang angebeitzt werden. — 6) Blau. Mittelst verdünnter schwefelsaurer Indigauflösung (Bd. II. S. 216), welcher man etwas Weinstein und Stärke zusetzen kann. Andere Schattirungen von Blau werden erhalten, wenn man die Federn in schwacher kalter Alaunauflösung anbeitzt, und in einem warmen, mit Kupfervitriol versetzten Blauholzbade ausfärbt; oder wenn man sie einige Stunden lang in essigsaure Eisenauflösung, und dann in eine Auflösung des blausauren Eisenkali (Blutlaugensalzes) legt. —

7) Violett. Man färbt zuerst in einem Orseille-Bade und hierauf in verdünnter Indigauflösung. — 8) Grün. Die mit Indig blau gefärbten Federn werden in ein Bad von Gelbholz oder Kurkume gelegt; oder man setzt dem gelben Bade Indigauflösung zu, und färbt darin. — 9) Schwarz. Man bedient sich eines mit Eisenvitriol oder essigsaurer Eisenbeitze (Bd. V. S. 37) versetzten Blauholzabsudes, zu welchem auch ein wenig Grünspan und Kupfervitriol gegeben werden kann. Die Federn werden in dem erwärmten Bade eingeweicht, und mehrere Tage darin gelassen, dann aber mit heißem Seifenwasser und endlich mit reinem Wasser gespült. — 10) Grau entsteht durch ein Blauholzbad mit etwas Eisenvitriol, wenn man die Federn herausnimmt, bevor sie zu dunkel geworden sind. — 11) Lilas. Man färbt die Federn in einem mit heißem Wasser und Orseille bereiteten Bade, und taucht sie dann in schwache Pottaschenlauge oder in Weinsteinauflösung, um verschiedene Schattirungen zu erhalten. — 12) Braun. Die Federn werden in einem sehr schwachen Orleanbade, und in einem leichten Bade von Fernambukholz durchgenommen, und dann in Wasser gespült, welches etwas Zinnauflösung, Essig oder Zitronensaft enthält.

4) Das Firnissen. Es besteht in einem schwachen Bestreichen der Federn mit Gummiwasser oder Eiweiß, worauf man während des Trocknens die Fahne, um das Zusammenkleben zu verhindern, mit der Hand überreibt. Diese Art von Appretur wird mit Vortheil sowohl den gefärbten Straußfedern als anderen, z. B. den Hahnenfedern, gegeben.

5) Das Dressiren. Eine Arbeit, welche sowohl mit den weißen als mit den gefärbten Federn vorgenommen wird. Das Wesentliche davon ist, daß man a) die Fahne von oben nach unten mit den Fingern ausstreicht, um die Fasern derselben auszubreiten, und den Schaft oder die Rippe gerade zu richten, b) die etwa unregelmäßigen Theile der Fahne mit der Schere beschneidet, und c) den Schaft auf beiden Flächen zuerst mit einem scharfen Messer zum Theil wegschneidet, dann mittelst eines Glasscherbens beschabt, um ihn dünn und biegsam zu machen. Bei dieser letztern Bearbeitung liegt die Feder auf einer dicken Pappe

oder einem glatten Bretchen; das Glasstück ist am besten in Form eines Viertelkreises geschnitten, damit man es an der Ecke mit den Fingern fassen, und mit der bogenförmigen Seite die Feder beschaben kann, ohne der Fahne Schaden zu thun.

6) Das Frisiren oder Kräuseln. Indem man die Fahne zwischen dem Daumen und einer stumpfen Messerklinge durchzieht, gibt man ihr eine angenehme Krümmung, und ein gleichsam gelocktes Ansehen. Schwarze Federn pflegt man auch dadurch zu kräuseln, daß man sie über den Rauch hält, welcher mittelst Zucker auf glühenden Kohlen hervorgebracht wird. Straußfedern, welche nicht gekräuselt sind, führen den Nahmen Flach- oder Plattfedern.

Zusammenfügung der Federn. Auf mannigfaltige Weise werden durch Vereinigung der Federn in größerer oder geringerer Anzahl diejenigen Bestandtheile des Putzes dargestellt, zu welchen Federn das Hauptmaterial sind. Die Mode hat auf diese Artikel so außerordentlichen Einfluß, daß es unzweckmäßig seyn würde, hier mehr als einige kurze Bemerkungen aufzustellen.

1) Runde oder gedrehte Straußfedern. Als Putz auf Damenhüte bestimmt. Man verfertigt sie auf zwei verschiedene Arten. Nach der ersten klebt man zwei Federn mit ihren ganz dünn geschabten Rippen auf einander, dreht diese doppelte, mit einer vierfachen Fahne versehene Feder schraubenförmig zusammen, und heftet sie bei jeder Windung mit Zwirn oder Seide. Nach der zweiten Methode windet man die beiden Federn, ohne sie auf einander zu kleben, nach Art einer Schnur zusammen, und umwickelt sie in weiten Windungen mit einem dünnen ausgeglühten Eisen- oder Messingdrahte. Schlechtere oder gebrochene Federn können so mit Vortheil verwendet werden.

2) Feder-Guirlanden werden aus den Enden der Pfauenfedern oder anderen Federarten gebildet, indem man dieselben mittelst ausgeglühten Eisendrahtes an einander reiht und zusammenbindet.

3) Federquasten. Man bedient sich dazu der kleineren Hahnenfedern, die man rund um einen Eisendraht ordnet, und mit Zwirn festbindet. So wie man weiter nach außen kommt,

nimmt man etwas längere Federn; gute Auswahl der Farben thut das Ihrige, um der Arbeit ein zierliches Ansehen zu geben.

4) Federbüsche. Als Grundlage derselben dient ein mehrfacher starker Eisendraht oder ein Fischbeinstäbchen; die Federn sind Hahnenfedern, Gänsefedern ꝛc. Man reiht sie rund um das Stäbchen, nach der ganzen Länge desselben, und befestigt sie durch einen Zwirnfaden, welchen man in dem Maße fortschreitend herumwickelt, wie die Federn allmählich angelegt werden. Zu den so genannten russischen oder Jägerbüschen bedient man sich der größten Hahnenfedern, welche durch ihre natürliche Krümmung nach allen Seiten herabhängen, gleich den Zweigen einer Trauerweide.

5) Federblumen, von welchen schon im II. Bande (S. 497) Einiges erwähnt ist, werden auf die Weise verfertigt, daß man kleine, angemessen gefärbte Federn mit der Schere zuschneidet und auszackt, wie es die Gestalt der Blumenblätter erfordert, sie dann um einen Stengel von ausgeglühtem Eisendrahte reiht, und mit grüner Seide festbindet. Es ist begreiflich, daß der Geschmack des Verfertigers hierbei eben so viel thun muß, als seine mechanische Fertigkeit.

6) Feder-Mosaik. Man kann mit diesem Nahmen jene Art von Kunstprodukt bezeichnen, wobei durch verschiedenfarbige, auf Papier geklebte Federn gewisse Zeichnungen, meist Abbildungen von Vögeln u. dgl., dargestellt werden. Man hat dergleichen zuweilen in sehr geringer Größe und mit bewundernswürdiger Zartheit ausgeführt; im Ganzen ist aber diese Arbeit ziemlich selten.

7) Federpelzwerk. Zwar wird das feinbefiederte Fell einiger Wasservögel (vorzüglich des Schwans), ferner die Brusthaut der Geier, u. s. w. als eine Art sehr zarten Pelzwerks gebraucht, welches keine andere Zurichtung erfährt, als daß man die frisch abgezogenen, gehörig gereinigten und auf ein Bret genagelten Häute auf der Fleischseite mit zerfallenem Kalk bestreut, sie drei bis vier Wochen so liegen läßt, dann abstaubt, klopft, und durch gelindes Reiben geschmeidig macht. Allein verschieden von diesem natürlichen Federpelzwerke ist ein durch Kunst hervorgebrachtes, welches durch Handarbeit oder auf dem Webstuhle

dargestellt werden kann. Im ersten Falle werden die gehörig nach ihrer Größe ausgewählten Federn nahe bei einander mittelst ihrer Kiele auf starken Zwirnfäden befestigt. Man bedient sich dazu der Nähnadel, der Seide und eines gewöhnlichen Stickrahmens, in welchem die Zwirnfäden aufgespannt sind. Die letzteren werden, wenn sie auf solche Weise mit Federn besetzt sind, reihenweise auf Leinwand genäht, so, daß die Federn schuppenartig über einander zu liegen kommen; zuletzt füttert man das Ganze noch mit einem andern Stücke Leinwand. Man kann auch auf dem Stickrahmen Zwirnfäden in paralleler Richtung sehr nahe neben einander anbringen, quer über diese andere Fäden aufspannen, dann auf dieser Art von losem Netze die Federn annähen, indem man Sorge trägt, zugleich die sich durchkreuzenden Fäden mit einander zusammen zu heften. Es ist begreiflich, daß man durch gehörige Anordnung verschiedenfarbiger Federn auch Zeichnungen hervorbringen kann. Heftet man jedes Mahl zwei Federn zugleich auf, so, daß die Fahne der einen nach oben, die Fahne der andern nach unten hervorsteht, so erhält das Pelzwerk zwei gleiche rechte Seiten. — Um Federpelzwerk auf dem Webstuhle zu erzeugen, dient folgendes Verfahren, welches vor mehreren Jahren in Frankreich angewendet worden ist. Man zieht von den Federn die Fahne ab, deren einzelne Fäserchen dabei durch einen mit losgerissenen Streifen der Oberhaut vereinigt bleiben, und zerschneidet dieselbe mittelst der Schere in gleich lange Stückchen. Auf einem Kamme, dessen Zähne aus spitzigen Eisendrähten bestehen, und dessen Länge etwas größer ist als die Breite der auf dem Webstuhle ausgespannten Zeugkette, breitet man die Federn aus; wobei man, wenn eine Zeichnung gebildet werden soll, nach Vorschrift derselben vielfarbige Federn in gehöriger Abwechslung neben einander legt. Diesen Kamm steckt man in die Öffnung der Kette, wobei alle Fäden, welche zum Niederhalten der Federn dienen sollen, im Oberfache sich befinden, und die Zähne des Kammes gegen den Weber hin gekehrt sind. Man läßt nun das Oberfach der Kette niedersinken, klemmt dadurch die Federn zwischen den Fäden ein, und streicht mit einer Bürste in der Richtung der Kette, wodurch die Federn ausgestreckt und über die Fäden hervorgezogen werden. Mit Hülfe

einer Zange, die mit Tuch belegt ist, ergreift man alle Federn, und zieht sie gegen den schon fertigen Theil des Gewebes hin; dann hebt man durch Treten des gehörigen Schemels das Oberfach wieder auf, zieht den Kamm heraus, schlägt einige Baumwollfäden ein, bringt hierauf wieder einen Kamm voll Federn auf die vorige Weise ein; u. s. f.

8) Federstickerei. Die Arbeit, welche unter dieser Benennung gemeint ist, wird in Tirol, Salzburg u. s. w. von den Einwohnern als Verzierung auf ledernen Leibgürteln häufig getragen. Man bedient sich dazu des harten weißen Rückens von den Schäften der Pfauenfedern, und näht damit, wie mit einem Faden, mannigfaltige, oft sehr zierliche Zeichnungen in das Leder, welches entweder schwarzes lackirtes Leder oder grüner Saffian ist.

Karl Karmarsch.

Federn (als elastische Körper).

Jeder feste elastische Körper, welchem absichtlich eine solche Gestalt gegeben ist, daß er seine Elastizität in ausgezeichnetem Grade äußern kann, heißt im weitesten Sinne des Wortes, eine Feder. Von einem Körper sagt man, daß er sich federe, d. h. wie eine Feder verhalte, wenn er in seine ursprüngliche Lage oder Gestalt, aus welcher er mittelst irgend einer Kraft gebracht worden ist, vermöge seiner Elastizität wieder von selbst zurückzugehen strebt.

Durch die Untersuchungen über die Elastizität fester Körper sind folgende, für die Anwendung der Federn wichtige Resultate hervorgegangen: 1) Wenn eine Kraft auf einen elastischen festen Körper wirkt, um eine Veränderung seiner Figur oder äußern Form hervorzubringen, so ist der Erfolg verschieden nach der Größe der Kraft und nach der Dauer ihrer Einwirkung. 2) Bleibt die angewendete Kraft unter einem gewissen, durch die Natur des Körpers bestimmten Maximum (welches man die Grenze der vollkommenen Elastizität nennen kann), so stellt sich die ursprüngliche Gestalt des Körpers, nachdem die Kraft zu wirken aufgehört hat, vollkommen wieder her. 3) Übersteigt aber die Kraft jene Grenze, so zerbricht entweder der Körper, oder er verliert dermaßen an

Elastizität, daß die anfängliche Gestalt sich beim Aufhören der Kraft nicht völlig wieder herstellt. Das letztere ist der Fall bei den meisten Körpern, insbesondere den Metallen. 4) Wirkt eine (auch die Grenze der vollkommenen Elastizität nicht erreichende) Kraft zu sehr oft wiederhohlten Mahlen auf den Körper, oder dauert ihre ein Mahl angebrachte Wirkung (und folglich die dadurch erzeugte Änderung) ohne Unterbrechung sehr lange Zeit fort, so tritt ebenfalls eine Verminderung der Elastizität ein, und die ursprüngliche Gestalt kehrt beim Aufhören der Kraft nicht völlig wieder. 5) Wird ein Draht oder ein Streifen Blech durch eine ziehende Kraft der Länge nach ausgedehnt, dabei aber nicht über die Grenze seiner vollkommenen Elastizität gespannt, so ist die Verlängerung proportional der spannenden Kraft. 6) Eben so steht, wenn ein gerader elastischer Stab an einem Ende befestigt ist, und am andern gebogen wird, der Grad der Biegung (d. h. der von dem beweglichen Ende durchlaufene Raum) im geraden Verhältnisse der Kraft, d. h. eine 2, 3, 4 Mahl größere Kraft bewirkt eine 2, 3, 4 Mahl größere Ablenkung von der ursprünglichen Lage. Das Nämliche gilt von der Senkung, welche erfolgt, wenn ein Stab an beiden Enden unterstützt, und die Kraft in der Mitte angebracht wird. 7) Die Widerstandskraft einer elastischen Schiene gegen Biegung wächst mit der Breite und Dicke, und nimmt ab bei wachsender Länge. Vergrößerte Breite einer Feder kann daher das an Elastizität ersetzen, was durch verringerte Dicke verloren geht, und umgekehrt. Weil indessen bei einem dickeren Körper die Theilchen durch Biegung eine gewaltsamere Veränderung ihrer Lage erleiden, so sind schmale und dicke Federn mehr dem Zerbrechen ausgesetzt, und daher weniger zweckmäßig, als breite und dünne.

Die Zwecke, zu welchen man sich der Federn in den mechanischen Künsten bedient, sind folgende:

1) Um eine länger dauernde Bewegung von Maschinen zu erzeugen (Triebfedern, Gangfedern).

2) Um kleine und kurz dauernde Bewegungen einzelner Theile von Werkzeugen oder Maschinen zu bewirken, wobei insbesondere die Absicht ist, einen Körper, welcher aus seiner Lage

gebracht wurde, vermittelst der Feder wieder in dieselbe zurückzuführen (Reaktionsfedern).

3) Um einen Druck auszuüben, oder Körper gegen einander zu pressen und in steter Berührung zu erhalten (Druckfedern).

4) Um Schnüre, Bänder u. dgl. anzuspannen (Spannfedern).

5) Um Körper zu unterstützen, und wenn sie bei ihrer Bewegung Stößen ausgesetzt sind, diese in gelinde Schwingungen zu verwandeln (Tragfedern).

6) Um durch den Grad der Veränderung die Größe eines auf sie wirkenden Druckes zu erforschen (dynamometrische Federn).

7) Um einen Schall hervorzubringen (Tonfedern, Schlagfedern).

I. Triebfedern.

Um Maschinen in Bewegung zu setzen, werden Federn verhältnißmäßig selten angewendet, und außer den Uhren, Bratenwendern (Bd. III. S. 73), Stahlspielwerken und kleineren Automaten (Bd. I. S. 406) dürften höchst wenig Beispiele von dem Gebrauche der Triebfedern vorkommen. In allen genannten Fällen ist die Einrichtung wesentlich dieselbe. Ein dünner Streifen von gehärtetem und bis zur blauen oder violetten Farbe nachgelassenem, daher höchst elastischem Stahle*) bildet die Feder, und wird in einer Spirallinie zusammengerollt, dann aber in ein zylindrisches Gehäuse gelegt. Letzteres (das Federhaus) besitzt eine Achse (den Wellbaum oder Federstift, die Federwelle), welche durch Löcher im Mittelpunkte der Böden des Gehäuses gesteckt ist, und in einem Gestelle auf zweckmäßige

*) Nach den darüber angestellten Versuchen besitzt der Stahl bei allen Graden der Härte gleiche Elastizität, d. h. gleich große Kräfte bewirken immer gleich große Biegungen desselben; allein der zur blauen Farbe nachgelassene (federharte) Stahl verträgt die größten Biegungen, und kann in diesem Sinne für elastischer gelten. Der ganz harte Stahl und der ganz weiche erreichen schon weit früher die Grenze der vollkommenen Elastizität: ersterer weil er bricht, letzterer weil er seine anfängliche Gestalt nicht wieder annimmt.

Weise unterstützt wird. Ein Ende der zusammengerollten Feder ist an der innern Peripherie des Gehäuses, das andere an dem Umfange der Achse befestigt; übrigens aber sind Achse und Federhaus unabhängig von einander, so, daß letzteres sich drehen kann, wenn erstere feststeht, oder umgekehrt.

Auf Taf. 96 zeigt Fig. 25 den horizontalen Durchschnitt des Federhauses sammt dem Federstifte und der Feder; Fig. 27 den senkrechten Durchschnitt, in welchem die Feder, der Deutlichkeit halber, weggelassen ist; Fig. 28 das Federhaus von außen im Grundrisse gesehen; Fig. 29 den Federstift allein. Das Federhaus besitzt einen beweglichen und einen festen Boden; jener wird in einen schmalen Falz der Öffnung eingesprengt, d. h. gewaltsam eingedrückt (m. s. bei r, r, Fig. 27), und enthält einen kleinen Ausschnitt an der Peripherie (p, Fig. 28), damit man, um im Nothfalle den Boden los zu machen, ein spitziges Werkzeug einbringen kann. Der Federstift ist von Stahl, und in der Mitte mit einer aufgeschobenen, durch Zinn festgelötheten messingenen Hülse c versehen, um welche sich die Feder windet. Man nimmt als Regel an, daß der äußere Durchmesser dieser Hülse der dritte Theil vom innern Durchmesser des Federhauses seyn soll. Öfters macht man den mittlern Theil des Stiftes selbst so dick, und läßt die Hülse weg. Die Befestigung der Feder geschieht mittelst zweier Häkchen n, n, von welchem das eine am Umkreise der Hülse c, das andere innen am Federhause eingeschraubt oder eingeschlagen ist. Jedes Ende der Feder enthält ein Loch, mit welchem es auf eins der Häkchen gehangen wird. Damit der Haken am Federstifte die Feder nicht hindere, sich in vollkommen runden Windungen zusammen zu ziehen, ist es zweckmäßig, der Hülse die Gestalt von Fig. 31 zu geben. Größere Federn biegt man zuweilen am innern Ende (ohne ihnen dort ein Loch zu geben) scharf um, und legt sie in eine schräge Kerbe des Federstiftes (s. Fig. 30). In englischen Uhren findet man eine Befestigung der Feder am Gehäuse, welche etwas mühsamer herzustellen ist, aber große Sicherheit gegen das freiwillige Aushängen gewährt. Mit dem äußern Ende der Feder d wird nämlich durch Einnieten ein schräg stehender Stift a verbunden (s. Fig. 32), welcher in ein schräg gebohrtes Loch des Federhauses b c faßt. — Die Art,

wie man große Federhäuser (bei Bratenwendern) einrichtet, ist aus Fig. 17, Taf. 42, und der Beschreibung im III. Bande, S. 74, zu ersehen.

Angenommen, daß die Achse oder der Federstift unbeweglich sey, so wird durch Umdrehung des Federhauses nach der Richtung des Pfeils (Fig. 25) die Feder zusammengewunden; ihre Windungen schließen sich enger um die Achse, und berühren endlich einander: man sagt dann, die Feder sey gespannt oder aufgezogen. Derselbe Erfolg wird eintreten, wenn das Federhaus unbeweglich bleibt, während man dessen Achse nach der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung umdreht. Fig. 26 stellt die Lage der Feder nach dem Aufziehen vor. Sich selbst überlassen, läuft die gespannte Feder ab, d. h. indem ihre Windungen sich wieder in dem Maße ausbreiten, als die Weite des Federhauses es gestattet, wird letzteres, falls es beweglich ist, nach der durch den Pfeil in Fig. 26 angezeigten Richtung umgedreht, und kann also die Bewegung auf andere, mit ihm verbundene Maschinentheile fortpflanzen. Dieselbe Mittheilung der Bewegung erfolgt bei einem feststehenden Hause durch die Achse, welche um ihre Zapfen sich dreht. Nur ist dann natürlich die Richtung der Umdrehung jener des Pfeils entgegengesetzt.

Zweierlei fällt in die Augen: 1) daß es nicht eine eigenthümliche Kraft der Feder ist, welche die Bewegung hervorbringt, sondern daß vielmehr nur die zum Aufziehen angewendete Kraft in der Feder gleichsam angehäuft, aufbewahrt und dann von derselben wiedergegeben wird; 2) daß das Ablaufen der gespannten Feder in einem Augenblicke geschehen seyn muß, wenn kein Hinderniß dasselbe verzögert oder ganz aufhält. Aus dem letztern Umstande geht hervor, daß die durch Federn getriebenen Maschinen eines Mechanismus bedürfen, welcher das Ablaufen der Feder in gehörigem Grade verzögert, um der Bewegung die erforderliche Dauer zu geben. Diese Vorrichtung besteht bei den Uhren in der Hemmung mit Pendel oder Unruhe, bei Bratenwendern, Musikwerken rc. in einem Windfange. In den betreffenden Artikeln wird von beiderlei Vorrichtungen näher die Rede seyn. Der Vortheil, welcher in der Anwendung der Federn zur Bewegung von Maschinen liegt, besteht demnach darin, daß die Wirkung

einer beim Aufziehen nur während weniger Augenblicke angewendeten Kraft durch das Ablaufen mit sehr verminderter Geschwindigkeit, daher auf eine viel größere Dauer verlängert, wiedergegeben wird. Der geringe Raum, welchen der Bewegungs-Mechanismus einnimmt, und dessen Tragbarkeit, sind Umstände, welche überdieß gewöhnlich noch in Betrachtung kommen.

Es gibt drei verschiedene Arten, die Triebfedern anzubringen, welche sich wesentlich dadurch von einander unterscheiden, daß das Federhaus bei der ersten gar nicht, bei der zweiten nur nach einer Richtung, bei der dritten aber nach beiden Richtungen sich umdrehen kann.

a) Vorrichtung mit ganz unbeweglichem Federhause. Man findet dieselbe gewöhnlich in den Tischuhren, ferner bei den Musikwerken in Schnupftabakdosen ꝛc., selten in Taschenuhren, angewendet. In Fig. 33 (Taf. 96) seyen a b und c d die beiden Platten, welche das Gestell einer Uhr bilden, und in deren Zwischenraum die Räderachsen stehen. Das Federhaus e ist an seinem Rande f g durch Schrauben mit der Platte c d fest verbunden. h i ist der Federwellbaum, dessen Zapfen i in einem Loche von a b läuft, während das andere dicke und viereckige Ende, h, weit genug über die Platte c d hervorragt, um die Anbringung eines Schlüssels zu gestatten. Um die Feder in dem unbeweglichen Gehäuse e aufzuziehen, muß nämlich die Achse h i umgedreht werden. Wird sie dann sich selbst überlassen, so dreht sie sich, vermöge der Elastizität der Feder, in verkehrter Richtung, und setzt mittelst des gezahnten Rades k das Uhrwerk in Gang. Zum Aufziehen der Feder ist eine gewisse Anzahl Umdrehungen der Federwelle erforderlich; würde man nach Vollendung derselben noch weiter umzudrehen versuchen, so könnten durch die hierzu angewendete Kraft die Haken, in welchen die Enden der Feder hängen, abgerissen, oder es könnte die Feder selbst beschädigt werden. Dergleichen Zufälle werden durch die sogenannte Stellung vermieden, welche aus den Theilen m und n besteht. Um ihre Funktion deutlich zu begreifen, vergleiche man mit Fig. 33 den Grundriß Fig. 34, in welchem die Platte a b weggelassen ist. m ist ein auf dem Wellbaume h i festsitzendes, mit einem Zahne versehenes Scheibchen; n ein gezahntes

Rad, welches auf der innern Fläche von a b liegt, und sich um seinen Mittelpunkt, durch welchen eine Schraube in die Platte geht, mit einiger Reibung drehen kann. Bei dem Aufziehen der Feder mittelst des auf h gesteckten Uhrschlüssels kommt der Zahn an m in Eingriff mit den Zähnen des Rades n, und schiebt bei jeder Umdrehung einen jener Zähne fort, also das Rad allmählich rund um seine Achse. Dieß findet so lange Statt, bis der Zahn von m zuletzt gegen den uneingeschnittenen Theil l des Rades stößt, und so ein Hinderniß findet, welches jede fernere Drehung unmöglich macht. Läuft die Feder ab, so kommt der Zahn bei m in verkehrter Richtung herum, und dreht folglich das Rad n nach und nach zurück, bis er endlich von der andern Seite auf die breite uneingeschnittene Stelle desselben kommt, wodurch wieder die Bewegung aufhört, selbst wenn die Feder noch nicht gänzlich sich ausgedehnt haben sollte. Es wird sich weiter unten ergeben, wie hierdurch die sogenannte Federspannung erzielt wird. Es leuchtet ein, daß keine Verschiedenheit des Erfolges entsteht, wenn m dicht über dem einen oder andern Boden des Federhauses, und n auf diesem Boden selbst angebracht wird, wie dieß öfters der Fall ist. Glaubt man, eine zufällige Verdrehung des Rades n befürchten zu müssen, so ist es leicht, sich dagegen sicher zu stellen, indem man auf den Umkreis des Rades eine schwache Feder drücken läßt, welche so viel Reibung erzeugt, als zur gehörigen Erschwerung der Umdrehung nöthig ist. Wenn die Feder abläuft, so muß sammt der Welle h i das auf derselben steckende Zahnrad k herumgehen, welches die Bewegung der übrigen Theile des Werks zunächst hervorbringt. Wird aber dann die Feder wieder aufgezogen, so darf doch unmöglich das ganze Werk seine vollendete Bewegung wieder rückwärts machen. Dieß müßte aber offenbar geschehen, säße das Rad k fest auf seiner Welle. Die Bedingung ist also, zwischen beiden eine Verbindung auf solche Weise herzustellen, daß beim Aufziehen die Welle allein sich dreht, beim Ablaufen hingegen das Rad der Bewegung der Welle folgt. Die Vorrichtung, durch welche dieser Zweck erreicht wird, heißt das Gesperr, und wird durch Fig. 35 erklärt, welche eine Ansicht der untern Fläche des Rades k ist. In dieser Fläche ist eine zirkelförmige Vertiefung ausgedreht, in welcher ein Sperrrad o

zu liegen kommt; letzteres ist fest mit der Welle h verbunden, das Rad k hingegen steckt lose auf derselben. Ein Sperrkegel q, auf welchen die Feder p p drückt, liegt zwischen den Zähnen von o. Gehen h und o nach der Richtung des Pfeiles herum, so wird mittelst des Sperrkegels auch k mitgenommen; dagegen bleibt dieses Rad durch den Widerstand des Uhrwerkes stehen, und o bewegt sich sammt der Welle h allein, wenn die Drehung nach der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung Statt findet.

b) Vorrichtung, wobei das Federhaus sich nach Einer Richtung umdrehen kann. Diese ist die einfachste von allen, und kommt gewöhnlich in den Taschenuhren, welche keine Schnecke besitzen, vor. Man denke sich in Fig. 36 a b und i k als die Uhrplatten, zwischen welchen das Federhaus c steht. Der Rand d des letztern ist mit Zähnen versehen, und bildet das erste Rad der Uhr, welches die Bewegung der Feder auf die übrigen fortpflanzt. Der Federstift e f (welcher in f das Viereck für den Uhrschlüssel besitzt) trägt ein Sperrrad g, dessen Sperrkegel h auf a b angebracht ist. Hierdurch wird die Drehung des Stiftes ausschließlich nach der beim Aufziehen erforderlichen Richtung gestattet. Ist das Aufziehen vollbracht, so kann, eben wegen des Sperrrades, der Federstift sich nicht zurück drehen; dagegen dreht sich nun, beim Ablaufen, das Federhaus, und zwar in der nämlichen Richtung, wobei es die Uhr durch den Eingriff seines Rades d in Gang bringt. m n (auch im Grundrisse, Fig. 37) ist die schon bei Fig. 33 und 34 erklärte Stellung, welche nur hier das Eigenthümliche hat, daß beim Ablaufen des Werkes das Rad n um m einen Kreis beschreibt, wobei nach jeder Umdrehung des Federhauses ein neuer Einschnitt von n sich dem Zahne m darbietet, bis endlich der uneingeschnittene breite Theil o anlangt, und die fernere Bewegung einstellt, indem der Zahn sich gegen ihn lehnt.

Folgende Anordnung, nach welcher während des Ablaufens der Feder das Federhaus und dessen Welle gleichzeitig eine Drehung — und zwar nach einerlei Richtung, aber mit ungleicher Geschwindigkeit — erhalten, ist von White in Paris erfunden (s. Fig. 38). Mit dem Federhause a ist ein Rad d fest verbunden. Der Federstift f f dreht sich frei in den Löchern des Fe-

derhauses, des Rades d und eines zweiten, kleinern Rades g; er trägt unterhalb des letztern ein Sperrrad h, dessen Sperrkegel i auf der Fläche des Rades g angebracht ist. Wenn beim Aufziehen des Werkes die Welle f mittelst des Schlüssels umgedreht wird, so bleibt das Rad g stehen, weil dann die schrägen Zähne des umgehenden Sperrrades ungehindert an dem Sperrkegel vorüber gleiten. Dreht dagegen die Feder, in ihrem Bestreben sich wieder auszubreiten, den Federstift nach verkehrter Richtung, so nimmt das Sperrrad mittelst des Kegels i das Rad g mit herum. Könnten Federhaus und Federstift ihrer Beweglichkeit unbeschränkt folgen, so würden sie durch die Kraft der Feder in entgegengesetzten Richtungen umgedreht werden. Die beiden Räder d und g greifen aber in zwei an der Welle e sitzende Getriebe (l, m), und jedes von ihnen strebt also, die genannte Welle nach einer andern Seite hin umzudrehen. Für den Fall, daß die Getriebe und eben so die Räder einander gleich wären, müßten demnach die entgegengesetzten Kräfte sich aufheben, d. h. das Federhaus und dessen Welle in Ruhe bleiben. Indem aber das Rad g kleiner als das Rad d, und das Getrieb m größer als l gemacht wird, erhält das statische Moment der Kraft an m ein Übergewicht, vermöge dessen die Achse e sich in der von dem Federstifte und dem Rade g vorgeschriebenen Richtung umdrehen muß. Das Getrieb l ist hierbei genöthigt, durch seinen Eingriff in d das Federhaus nach der nämlichen Seite hin umzudrehen, nach welcher der Federstift sich bewegt; und hierdurch wird die Feder zum Theile wieder aufgezogen oder gespannt, so, daß man den Vortheil erreicht, die Welle e bis zum vollendeten Ablaufen des Werkes eine weit größere Anzahl von Umdrehungen machen zu lassen, als bei feststehendem Federhause möglich wäre. Ohne Erinnerung ist klar, daß eine solche Vergrößerung der Wirkung nur durch eine verhältnißmäßig stärkere Feder erreicht werden kann, indem letztere eine zweifache Last — den Widerstand der bewegten Maschine (nämlich der Uhr) und einen Theil ihrer eigenen Elastizität — zu überwinden hat. Angenommen, es sey die Anzahl der Zähne am Rade g = 72, am Getriebe m = 12, am Getriebe l = 10, am Rade d = 75; so kann in der Zeit, während welcher g einen Umgang macht, und 6 Umdrehungen

von m hervorbringt, das Rad d nur $\frac{72 \times 10}{12 \times 75} = \frac{4}{5}$ eines Umlaufs vollenden. Durch die Bewegung des Rades g ist also die Feder abgelaufen um . . . . 1 Umgang;
durch das Rad d ist sie mittelst des Federhauses
wieder gespannt worden um . . . . 4/5 »
folglich hat sie sich wirklich umwickelt um . . . 1/5 »
und die Achse e hat vollbracht . . . . 6 »

Ist nun etwa die Feder von solcher Länge, daß sie bis zum vollendeten Ablaufen um 5 Umgänge sich ausbreitet, so bewirkt sie in Einem Aufzuge 150 Umdrehungen der Achse e, oder fünf Mahl so viel, als sie bei feststehendem Federhause bloß mittelst des Rades g und des Getriebes m hervorgebracht haben würde.

Wenn, wie bei der eben beschriebenen Einrichtung, sowohl das Federhaus als der Federstift mit einem Rade versehen wird, so kann man durch diese beiden Räder zwei Getriebe an verschiedenen Achsen, und folglich zwei abgesonderte Werke durch Eine Feder in Bewegung setzen. Man findet dieses Mittel als Seltenheit in einigen Uhren angewendet, um das Gehwerk und das Schlagwerk durch die nämliche Feder zu treiben.

c) Vorrichtung, wobei das Federhaus eine Drehung nach beiden Seiten besitzt. Diese Konstruktion, bei welcher die Achse des Federhauses (der Federstift) ganz unbeweglich steht, ist die allergewöhnlichste, und wird nahmentlich bei allen mit einer Schnecke versehenen Uhren, auch bei den Bratenwendern, gebraucht. Fast immer ist auf dem Umkreise des Federhauses eine Gelenkkette (bei größeren Werken eine Darmsaite, bei ganz großen eine starke Schnur) befestigt. Indem die gespannte Feder abläuft, und das Federhaus umdreht, wickelt sich die Kette auf, so, daß durch dieselbe die Bewegung fortgepflanzt wird. Um die Feder wieder zu spannen, wird durch Anziehen der Kette letztere abgerollt, und folglich das Federhaus verkehrt umgedreht. Zuweilen geschieht die Übertragung der Bewegung auf die zu betreibende Maschine durch ein Zahnrad, welches am Federhause befestigt ist. Ein Beispiel hiervon gibt der auf Tafel 42, Fig. 23, 24, abgebildete Bratenwender, welcher im III. Bande, S. 75, beschrieben ist.

Überall, wo Federn zur Bewegung von Maschinen gebraucht werden, macht sich eine Unvollkommenheit derselben bemerklich, welche für die Anwendung von großer Wichtigkeit ist, nämlich die ungleiche Kraft derselben in den verschiedenen Perioden des Ganges. Wenn man eine frei ausgebreitete Feder spannt, so wird (der Natur elastischer Körper zu Folge) anfangs ein nur geringer Widerstand gefühlt, der aber allmählich zunimmt, und bis zu den letzten Umdrehungen sich sehr bedeutend vergrößert. Dem entsprechend ist beim Ablaufen der Federn das Bestreben zur Ausdehnung anfangs am größten, vermindert sich aber desto mehr, je näher der Punkt kommt, wo die Feder ihre natürliche Krümmung wieder angenommen hat, und folglich alle Bewegung aufhört. Ist nun der Widerstand einer zu bewegenden Maschine gleichbleibend, so wird die Geschwindigkeit der Bewegung in demselben Maße abnehmen müssen, wie die Spannung der Feder sich vermindert. Die Abnahme der Spannung, und folglich der zu bewegenden Kraft einer Feder ist besonders in den späteren Perioden ihrer Ausbreitung so groß und so plötzlich, daß es durchaus unmöglich wird, diese Kraft bis zu Ende zu benutzen. Man gibt vielmehr dem Federhause jedes Mahl einen so kleinen Durchmesser, daß die Feder nicht Raum genug darin hat, sich vollständig auszubreiten. In dem Zustande also, in welchem man die Feder einer Uhr rc. abgelaufen nennt, ist dieselbe noch bedeutend gespannt, wenn gleich sie nicht mehr bewegend wirken kann, weil der Raum des Federhauses ihrer weitern Ausdehnung Grenzen setzt. Wenn, um die Feder aus diesem Zustande in jenen der völligen Spannung (wo ihre Windungen um den Federstift konzentrirt sind und einander berühren) zu versetzen, das Federhaus oder dessen Achse eine gewisse Anzahl von Umdrehungen machen muß, so bringt natürlich die Feder im Ablaufen wieder eben so viele Umdrehungen hervor, und man sagt dann, die Feder habe so viele Umgänge. Die Zahl der benutzten Umgänge ist immer nur der kleinere Theil jener Anzahl von Umdrehungen, welche die Feder überhaupt hervorbringen könnte, wenn das Haus ihre völlige Ausbreitung gestattete. Eine gewöhnliche Taschenuhrfeder z. B. hat im freien, ganz ungespannten Zustande meist nicht mehr als 6 Spiralwindungen. In das Federhaus der

Uhr gesetzt, hat sie, wenn sie darin ganz ausgebreitet ist, ungefähr 14 Windungen; um gänzlich aufgezogen zu werden, kann sie dann nur noch 5 Umgänge machen, und es bleiben daher nach dem Wiederablaufen noch 8 Umgänge von 13 gespannt. Aber selbst die Umgänge, welche eine Feder in ihrem Hause zu machen im Stande ist, werden nicht ganz auf die Hervorbringung von Bewegung benutzt. Einerseits hüthet man sich, die Feder vollständig aufzuziehen, weil man sonst in Gefahr kommen könnte, die Haken an dem Federstifte und im Federhause (oder gar die Feder selbst) abzubrechen; man läßt deßhalb $^1/_4$ bis $^1/_2$ Umgang zuletzt ungespannt, d. h. man beendigt das Aufziehen in einem Zeitpunkte, wo das Federhaus oder dessen Achse noch ferner $^1/_4$ bis $^1/_2$ Unwindung machen könnte. Diesen Zweck zu erreichen, dient die Stellung, von welcher (S. 513) die Rede war. Anderseits gestattet man der Feder nicht, so weit abzulaufen, als es zu ihrer vollständigen Ausbreitung in dem Hause nöthig wäre; man läßt vielmehr $^1/_2$ bis 1 Umgang gespannt, d. h. so viel als hinreichend wäre, dem Federhause noch eine halbe oder ganze Umdrehung zu ertheilen. Indem man solcher Gestalt einen Theil der Federkraft, an welchem die Abnahme schon sehr merklich seyn würde, ungenutzt läßt, vermeidet man zugleich das freiwillige Aushängen der Feder aus ihren Haken. Die Vorrichtung, welche bewirkt, daß am Ende der Bewegung noch ein gewisser Theil der Feder in Spannung bleibt, wird die Federspannung genannt. In den schon erklärten Figuren 34 und 37 der Tafel 96 dient die Stellung zugleich als Federspannung, indem man es so einrichtet, daß durch dieselbe die Bewegnng der Feder noch vor dem gänzlichen Ablaufe gehemmt wird. In den Werken, wo das Federhaus nach beiden Richtungen beweglich ist, besteht die Federspannung in einem Sperrrade, welches auf dem Ende der Federhauswelle befestigt ist, und durch den zwischen seine schrägen Zähne einfallenden Sperrkegel die genannte Welle unbeweglich erhält, während das Federhaus sich beim Aufziehen oder beim Abläufen der Feder umdreht. Die Anzahl der Umdrehungen des Hauses bestimmt sich durch die Länge der Kette, welche zur Aufwickelung um dasselbe vorhanden ist. Wird nun (was die schräge Gestalt der Zähne am Sperrrade allerdings erlaubt) die Feder-

welle um einen halben bis ganzen Umgang nach der zum Spannen der Feder erforderlichen Richtung gedreht, so bleibt dieser Theil auch nach der vollendeten Aufwickelung der Kette, und dem dadurch bestimmten Ende der Bewegung, noch gespannt.

Indem man, wie erwähnt, die Umgänge der Federn, welche die schwächsten sind, ungenutzt läßt, und nach dem oben gegebenen Beyspiele von 13 Umgängen, welche die Feder im Ganzen machen kann, nicht mehr als $3^1/_2$ oder 4 wirklich zur Bewegung anwendet, verringert man die Ungleichheiten der Triebkraft schon sehr; doch reicht in der Regel dieses Mittel noch nicht hin, und es finden sich zwischen den einzelnen nutzbaren Umgängen der Federn noch Unterschiede, welche zu groß sind, um vernachläßigt zu werden. Dieß kann man unter andern aus einigen Versuchen ersehen, welche ich in den Jahrbüchern des k. k. polytechnischen Institutes, Bd. XVIII. Nr. 16. angeführt habe. Es ist demnach nöthig, durch eine angemessene Vorkehrung die Ungleichförmigkeit im Zuge der Federn so zu kompensiren, daß die Geschwindigkeit, mit welcher das Werk sich bewegt, von Anfang bis zu Ende unverändert bleibt. Das Mittel hierzu ist die Schnecke.

Wenn man sich einen abgestutzten Kegel denkt, auf dessen Umfang eine Rinne in der Richtung einer Schraubenlinie eingeschnitten ist; wenn man ferner annimmt, es sey am dickſten Ende des Kegels eine Kette oder Schnur befestigt, und diese in der Rinne herumgewickelt, so wird eine Kraft, welche an der Schnur zieht, den Kegel zur Umdrehung nöthigen, indem sie die Schnur abrollt. Dabei wirkt die Kraft jeden Augenblick in einer andern Entfernung von der Drehungsachse des Kegels, erhält also, wenn sie selbst gleich bleibt, ein ungleiches Moment, welches desto mehr zunimmt, je weiter die Abwickelung gegen den dickern Theil fortschreitet. Setzt man hingegen voraus, daß die an der Schnur ziehende Kraft eine allmählich abnehmende sey, so wird ihr Moment, und folglich die Geschwindigkeit, mit welcher die getriebene Maschine sich bewegt, ungeändert bleiben, wenn der Durchmesser des Kegels genau in entsprechendem Maße anwächst. Dieß ist das Prinzip der Schnecke, welche in den meisten Federuhren, desgleichen in den Bratenwendern (vergl. Bd. III. S. 73, 74) gebraucht wird, um die ungleiche Zugkraft der Feder in den ver-

schiedenen Zeitpunkten ihrer Entwickelung zu kompensiren, und für die Gleichförmigkeit der Bewegung unschädlich zu machen. In diesen Fällen wird nämlich das Ende der Kette oder Schnur, welche auf der Schnecke liegt, am Umfange des Federhauses befestigt, wobei letzteres immer von der Art seyn muß, daß es sich sowohl beim Aufziehen als beim Ablaufen umdreht, indeß der Federstift stets unbeweglich stehen bleibt (S. 517).

Fig. 39 (Tafel 96) zeigt die Schnecke einer Taschenuhr in Verbindung mit dem Federhause im Grundrisse; Fig. 40, beide im Aufrisse. Die Achse f g des Federhauses a steckt mit ihren runden Zapfen in Löchern der Platten y z, d e, und trägt das Sperrrad h, dessen auf d e angebrachter Sperrkegel i die Drehung der Achse verhindert. Zugleich dient diese Vorrichtung, auf die schon (S. 519) erklärte Weise, zur Federspannung. Die Gelenkkette b ist mittelst eines Häkchens in einem kleinen Loche am Federhause befestigt, mehrere Mahl um das letztere herumgewickelt, nach der Schnecke c hingeführt, und am dicksten Ende derselben wieder mittelst eines Hakens um einen kleinen Stift gehangen. Wird die Schnecke durch den Schlüssel, welchen man auf den vierkantigen Aufziehzapfen k steckt, umgedreht, so legt die Kette sich allmählich in die Rinne der Schnecke, wickelt sich dagegen vom Federhause ab, dreht dieses um seine feststehende Achse, und spannt so die Feder in demselben. Indem hierauf das Ganze sich selbst überlassen wird, dreht die Elasticität der Feder das Federhaus verkehrt; dieses nimmt die Kette wieder um sich auf, und nöthigt also die Schnecke zur Umdrehung, wobei die allmähliche Vergrößerung des Durchmessers, an welchem die Schnecke von der Kette tangirt wird, den schon angegebenen Zweck erfüllt. Mit der Schnecke ist das gezahnte Rad l verbunden, welches die Bewegung auf die übrigen Theile des Werkes überträgt, und sich folglich mit der Schnecke zugleich umdrehen muß, so lange die Feder ihre bewegende Kraft ausübt. Wenn aber durch Umdrehung der Schnecke nach entgegengesetzter Richtung die Uhr wieder aufgezogen wird, so muß unterdessen das Rad still stehen. Man erreicht diesen doppelten Zweck durch das Schneckengesperr, ganz die nämliche Vorrichtung, wie sie bereits für die Verbindung des Rades mit der Federwelle in

Fig. 35 angegeben wurde (S. 514). Fig. 41 ist ein Durchschnitt der Schnecke durch ihre Achse, Fig. 42 die Ansicht der untern Fläche des Rades. Letzteres enthält in einer ausgedrehten Vertiefung das Sperrrad a, welches mittelst der Schrauben x, x an die Schnecke befestigt ist, und so zugleich das Zahnrad l gegen den Boden der Schnecke hält, ohne dessen unabhängige Drehung zu verhindern. Der Sperrkegel b mit seiner Feder c sitzt am Rade l, in der ringförmigen Vertiefung, welche rund um das Sperrrad a bleibt. Vermöge dieser Anordnung dreht sich die Schnecke nach der Richtung des Pfeils allein, führt jedoch nach der entgegengesetzten Richtung das Rad l mit sich, indem ein Zahn des Sperrrades den Sperrkegel vor sich her schiebt. Öfters bringt man das Sperrrad unsichtbar, zwischen dem Rade l und der Grundfläche der Schnecke (in einer Vertiefung der letztern) an, wie der Durchschnitt Fig. 43 vorstellt.

Beim Aufziehen der mit einer Schnecke versehenen Uhrwerke ist, wie bey allen übrigen, eine Stellung nöthig, d. h. eine Vorrichtung, durch welche das übermäßige Umdrehen der Schnecke und des Federhauses verhindert wird, welches hier zunächst das Abreißen der Kette zur Folge haben würde. Wenn man an der Schnecke die nämliche Einrichtung anbringt, welche in Fig. 33 und 34 durch m, n angegeben und bereits (S. 514.) beschrieben ist, so erfüllt dieselbe vollkommen den Zweck. Gewöhnlicher aber bedient man sich der folgenden zwei Stellungen, welche den Schnecken-Uhren eigenthümlich sind.

Die erste derselben findet man in Fig. 39 angegeben. Auf der kleinern Grundfläche der Schnecke ist ein rundes Stahlplättchen mit einem Vorsprunge r, der sogenannten Schneckenschnautze (s. auch Fig. 40) festgeschraubt. m ist der Vorfall, ein kleiner einarmiger Hebel, welcher sich in dem Vorfallklöbchen o um einen horizontal durchgesteckten Stift ein wenig bewegen kann (s. Fig. 44). Das Klöbchen o sitzt an der innern oder untern Fläche der Platte y z (Fig. 40), und der Vorfall wird durch die Feder w (Fig. 39), welche an derselben Platte befestigt ist, abwärts, gegen die andere Platte, d, e, des Uhrgestells gedrückt, so, daß er bei der Umdrehung der Schnecke der über ihm weggehenden Schnautze r nicht hinderlich ist. So wie

nun beim Aufziehen die Kette b sich allmählich von dem dickern gegen den dünnern Theil der Schnecke hinaufwickelt, nähert sie sich mehr und mehr dem Vorfalle; zuletzt berührt sie ihn, hebt ihn, die Feder w überwindend, ein wenig in die Höhe, und bringt ihn dadurch in die Ebene der Schneckenschnautze, welche an ihn stößt, und in ihrer Bewegung aufgehalten wird in demselben Augenblicke, wo der letzte Schneckengang mit der Kette angefüllt ist.

Die zweyte Vorrichtung wirkt auf ähnliche Weise. Man sieht sie in den Figuren 45, 46 abgebildet. Beide sind Grundrisse der Schnecke: Fig. 45 beim Anfange des Aufziehens, Fig. 46 nach Beendigung desselben. Auch hier bedeckt eine Stahlplatte die kleinere Grundfläche der Schnecke; aber die Schnautze fehlt, und dafür liegt unter jener Platte (die in Fig. 46 der Deutlichkeit halber weggelassen ist) in einer Vertiefung der Schnecke ein kleiner schmaler Schieber a b, welcher durch eine Feder c nach der Seite b hingedrückt wird. Wenn nun beim Aufziehen (wo die Schnecke nach der vom Pfeile (Fig. 45) angedeuteten Richtung gedreht wird) die Kette das dünne Ende der Schnecke erreicht hat, also ganz aufgewickelt ist; so drückt sie gegen b, und treibt den Schieber etwas vorwärts, nach der Seite a, wo er gegen eine an der Uhrplatte angebrachte Schraube stößt, so, daß die Bewegung der Schnecke nicht weiter fortgesetzt werden kann.

Hier muß noch des Werkzeugs gedacht werden, dessen man sich bedient, um zu erforschen, ob die Schnecke an allen Stellen ihrer Länge die Kompensation des ungleichen Zuges der Feder genau und vollkommen bewirke. Dieß ist die Abgleichstange, nichts als ein Hebel, welchen man an der Schnecken-Achse befestigt, und mit einem Gewichte so beschwert, daß letzteres von der Kraft der Feder eben getragen oder im Gleichgewichte gehalten wird. Wenn die Schnecke die richtige Gestalt hat, muß das Gleichgewicht bei allen Stellungen derselben, d. h. wenn mehr oder weniger von der Kette abgewickelt ist, Statt finden. Fig. 1 auf Taf. 97. zeigt in zwei Ansichten und in der wirklichen Größe die Einrichtung der Abgleichstange, welche bey den französischen und deutschen Uhrmachern gebräuchlich ist. Die Stange a b ist ein sehr gerader Stahldraht; die Klemme c, welche in Fig. 2 besonders vorgestellt ist, wird durch die Schraube d geschlossen,

kann auf a b hin und her geschoben und mittelst einer Schraube e festgehalten werden. In der viereckigen Öffnung, welche das Maul der Klemme bildet, wird der eben so gestaltete Aufziehzapfen der Schnecke befestigt. Die messingene Kugel f ist gleichfalls längs der Stange beweglich; um aber dem freiwilligen Verrücken derselben vorzubeugen, ist die bei f an der Kugel fest geschraubte Feder g h i vorhanden, deren gabelförmige Enden g i sich gegen a b stützen, um die nöthige Reibung hervorzubringen. Um von der Abgleichstange Gebrauch zu machen, verfährt man auf folgende Weise. Nachdem das Federhaus sammt der Schnecke zwischen das Gestell der Uhr eingesetzt, und letztere in eine Stellung gebracht ist, wobei die Achsen horizontal liegen, klemmt man in c den Schneckenzapfen ein, und dreht ihn durch Bewegung der Stange a b so lange herum, bis die Feder ganz aufgezogen, folglich die Kette auf die Schnecke übergegangen ist. Dann wird das Gewicht f so geschoben, daß die Abgleichstange (zum Beweise des Gleichgewichts) in horizontaler Richtung in Ruhe bleibt. Ohne die Stelle des Gewichts zu verändern, dreht man nun die Schnecke nach und nach zurück, und versucht bei mehreren Stellungen derselben (z. B. bei jeder Hälfte oder jedem Viertel einer Umdrehung) ob ebenfalls Gleichgewicht Statt findet. Bemerkt man hierbei, daß die Kugel f zu leicht ist, und folglich weiter von der Klemme entfernt werden muß, um das Gleichgewicht herzustellen, so ist dieß ein Beweis, daß die Stelle der Schnecke, an welcher jetzt gerade die Kette zieht, von zu großem Durchmesser ist. Man bezeichnet alle solchen Stellen, um hernach den Gang, in welchem die Kette liegt, gehörig zu vertiefen. (S. Bd. IV. S. 450 und 471.)

Fig. 3 ist eine englische Abgleichstange, welche sich durch die Gestalt der Klemme a und auch dadurch unterscheidet, daß sie zwei Laufgewichte (b, c), jedes mit einer Stellschraube versehen, besitzt. Gleiches ist auch der Fall bei einem andern englischen Exemplare des Werkzeugs, von welchem in Fig. 4 nur die Klemme abgebildet ist. Diese besteht aus zwei Theilen a und b, von welchen b auf der Stange c festgemacht, a hingegen beweglich ist. Die Schraubenmutter d dient, um die Klemme zu schließen, wobei eine kleine schraubenförmig gewundene, zwischen a

und b liegende Feder zusammengedrückt wird, welche beim Zurückziehen der Schraube die Öffnung wieder herstellt. Vier an b sitzende, in Löcher von a eintretende Stifte sichern den Parallelismus der Bewegung. Der Schneckenzapfen wird bei x oder bei y eingespannt.

Es ist der Versuch gemacht worden, die Schnecke durch eine einfachere, leichter herzustellende und leichter zu adjustirende Vorrichtung zu ersetzen, und man hat dabei den Gedanken zu Grunde gelegt, der bewegenden Feder in jedem Augenblicke einen Theil ihrer Kraft durch Verwendung derselben auf eine ganz fremdartige Wirkung zu entziehen, diesen zerstörten Kraftantheil aber dergestalt allmählich abnehmen zu lassen, daß die übrig bleibende bewegende Kraft stets von gleicher Größe ist. Lenormand hat einen solchen Mechanismus als seine Erfindung angegeben, den ich aber, im Wesentlichen vollkommen übereinstimmend, in einer sehr alten Taschenuhr ausgeführt gefunden habe. Es sey in Fig. 47, Taf. 96, a ein Getrieb an der Achse des Federhauses, welches letztere ganz unbeweglich und in der Zeichnung durch den Kreis m angedeutet ist. Das erste Rad der Uhr, dessen Umkreis durch k bezeichnet ist, sitzt ebenfalls an der Federhauswelle. Durch das Getrieb a wird, indem die Feder abläuft, das Rad b b nach der Richtung des Pfeils umgedreht. Mit diesem Rade ist eine stählerne Scheibe i fest verbunden, deren Umkreis nach einer Art von Spirale geschweift ist. Die kleine Friktionsrolle g, welche am Ende einer langen Feder f g sich befindet, berührt den Umkreis von i mit einer gewissen Kraft, welche man leicht reguliren kann, indem man die um f sich drehende Feder an ihrer unbiegsamen Fortsetzung f h mittelst der Schraube l beliebig spannt. Wenn die Bewegung der Uhr anfängt, liegt die Rolle auf dem Punkte d der Scheibe, welcher der am meisten exzentrische ist. Bis zum Ablaufen der bewegenden Feder macht das Rad b nicht ganz Eine Umdrehung, und indem dabei die Peripherie der Scheibe i allmählich an der Rolle g vorüber geht, verkleinert sich fortwährend der Halbmesser, auf welchen der Druck der Feder f g Statt findet, bis zuletzt der Punkt c gegen die Rolle kommt; zugleich verliert die Feder f g immer mehr an Spannung. Durch dieses Mittel wird der Umdrehung des Ra-

des b ein allmählich abnehmender Widerstand entgegengesetzt, welcher einen angemessenen Theil der bewegenden Kraft konsumirt; und wenn die Krümmung des Umfanges von i gehörig berichtigt ist, so kann hierdurch die Ungleichheit im Zuge der Triebfeder vollkommen weggeschafft werden. Wird die Uhr aufgezogen, so dreht sich das Rad b verkehrt, und es dient hierbei zugleich als Stellung, um der Umdrehung Grenzen zu setzen, bevor die Feder in ihrem Hause bis zum äußersten Punkte gespannt ist. Angenommen z. B. daß die Federwelle vier Umgänge zu machen hat, so versieht man das Getrieb a mit 8 Zähnen, und theilt das Rad b für 33 oder 34 Zähne, von welchen aber nur 32 eingeschnitten werden, so, daß ein breiter Zahn n stehen bleibt, gegen welchen sich zu Ende des Aufziehens (und auch wenn die Uhr abgelaufen ist) ein Zahn des Getriebes a anlehnt. Über die Einrichtung der Feder ohne Schnecke bei ruhenden Hemmungen sehe man den Artikel Uhrmacherkunst.

Arten und Verfertigung der Uhrfedern. Die Uhrfedern kommen, da sie für den Gebrauch bei Werken von sehr verschiedener Größe bestimmt sind, in mannigfaltigen Abstufungen von Länge, Breite und Dicke vor. Die Taschenuhrfedern insbesondere werden fast nur in der Schweiz und in England verfertigt; auf dem festen Lande gebraucht man allgemein nur die Schweizer Federn. In den verschiedenen Fabriken, aus welchen dieselben herstammen, sortirt man sie nach Nummern, welche die Abstufungen der Breite anzeigen. Letztere geht ungefähr von einer halben Linie bis zu 3½ Linien; doch werden die breitesten Sorten nicht sowohl in Taschenuhren, als vielmehr in Musikdosen u. s. w. angewendet. Man bedient sich zum Messen der Uhrfedern einer Lehre, des Federmaßes, nähmlich eines Messingbleches von beyläufig 6 Zoll Länge und 1 Zoll Breite, in dessen Rand Einschnitte von verschiedener Breite gemacht sind, neben welchen die Nummern stehen. Der Gebrauch eines solchen Werkzeuges ist übereinstimmend mit dem der Drahtklinke (Bd. IV. S. 149), und es gilt demnach hier die nämliche Bemerkung, welche bei jener Gelegenheit gemacht worden ist. Fast

jede Federnfabrik hat ihr besonderes, nach Anzahl und Bedeutung der Nummern verschiedenes Sortiment. So enthält das Federmaß von J. Carrisot in Genf 47 Nummern, von welchen die schmalste (Nr. 1) wenig über $^1/_2$ Linie, und die breiteste (Nr. 47) $2^3/_4$ Linien mißt; mithin beträgt der Unterschied der Breite zwischen zwei auf einander folgenden Sorten im Durchschnitte nicht völlig $^1/_{20}$ Linie. Eine andere Lehre, ohne Nahmen, aber ebenfalls aus einer schweizerischen Fabrik, zählt 48 Nummern, und die Breite ist bei Nr. 1 = 0.038 Zoll, bei Nr. 48 = 0.306 Zoll, folglich die Differenz für Eine Nummer = 0.0057 Zoll, oder etwas über $^1/_{15}$ Linie. Die feinsten Abstufungen habe ich an einem Federmaße gefunden, welches die Firma Dutrambler (in Genf) trägt. Dasselbe geht nur bis Nr. 34, und diese höchste Nummer hat eine Breite = 0.186 Zoll, während Nr. 1 = 0.067 Zoll ist. Daher steigt der mittlere Unterschied zwischen zwei neben einander stehenden Nummern nicht über 0.0036 Zoll oder $^1/_{23}$ Linie. Die Dicke der gewöhnlichen Taschenuhrfedern beträgt zwischen 0.006 und 0.009 Zoll. Sie nimmt im Allgemeinen mit der Breite zu; doch ist sie auch bei Federn von einerlei Breite verschieden, weil das Bedürfniß die mannigfaltigsten Abstufungen beider Dimensionen erfordert. Die dünnsten Federn sind jene zu den Repetirwerken in Taschenuhren. Die Länge der Federn ist sehr verschieden, und nimmt im Allgemeinen bei steigender Breite zu; sie beträgt von 18 bis zu 27 Zoll, überhaupt mehr, als für die meisten Fälle nöthig ist, damit dem Uhrmacher die Freiheit bleibt, die Feder noch abzunehmen und der Größe des Federhauses anzupassen.

Eine besondere Abtheilung der Taschenuhrfedern bilden die Zylinder-Federn, welche für Uhren ohne Schnecke (und mit Zylinder-Hemmung) bestimmt sind. Da solche Uhren immer sehr niedrig (flach) sind, so müssen die Federn schmal seyn, und man ersetzt, um ihnen die nöthige Kraft zu geben, das Fehlende in der Dicke, so daß die Zylinderfedern stets dicker sind, als gewöhnliche Federn von der nämlichen Breite. Sie sind ferner von etwas bedeutenderer Länge (22 bis 32 Zoll), und ihre Dicke nimmt von dem äußern nach dem innern Ende hin zu, um da-

durch bei dem Mangel einer Schnecke einen Theil der Ungleichförmigkeit des Zuges auszugleichen (S. 505) *).

Die Federn zu Pendeluhren kommen von 3 Linien bis zu 18 Linien und zuweilen noch breiter vor; ihre Dicke beträgt meist zwischen 0.010 und 0.016 Zoll, ihre Länge 3 bis 8 Fuß und sogar noch mehr. Im Handel werden die Abstufungen der Breite entweder durch Nummern angezeigt oder nach Linien angegeben.

Die Verfertigung der Uhrfedern ist etwas verschieden, nach der Größe derselben. Die Taschenuhrfedern werden aus Stahldraht gebildet, den man zuerst in Stücke, etwas kürzer als die künftigen Federn, zerschneidet. In der Anwendung von Draht findet man die größte Bürgschaft für die innere Güte des Materials (indem fehlerhafte, unganze Theile beim Drahtziehen abreißen), und zugleich das leichteste Mittel, den Federn die gleiche Breite an allen Stellen zu geben. Die Drahtstücke werden bündelweise ausgeglüht, dann kalt auf dem Ambosse einzeln mittelst eines Hammers mit wenig gewölbter Bahn platt geschlagen, wobei sie zugleich in solchem Grade sich strecken, daß sie die Länge der Uhrfedern erlangen. Im erforderlichen Falle wird das Ausglühen und Hämmern wiederhohlt. Sowohl die regelmäßige Gestalt als die innere Güte der Federn erfordert, daß die Hammerschläge so gleichmäßig als möglich angebracht werden. Der Franzose Poterat hat in dieser Rücksicht eine Maschine angegeben, welche den Zweck auf eine vollkommene Weise zu erreichen geeignet ist. Ein ganzer Ring Stahldraht (denn das Zerschneiden geschieht in diesem Falle nach dem Plattschlagen) liegt auf einem Haspel, dessen Umdrehung durch Reibung etwas erschwert

*) Durch genaue Messung habe ich bei einigen Zylinderfedern folgende Dicke gefunden:

	Breite, Zoll		Dicke, Zoll: nahe am äußern Ende		in der Mitte der Länge		nahe am innern Ende
1)	0.055	—	0.0078	—	0.0086	—	0.0089
2)	0.072	—	0.0098	—	. . .	—	0.0105
3)	0.082	—	0.0101	—	. . .	—	0.0109
4)	0.082	—	0.0098	—	0.0101	—	0.0105

K. K.

wird, und bewegt sich, vollkommen ausgespannt, allmählich auf einen andern, durch Räderwerk umgedrehten Haspel, wobei er über den stählernen glatten Ambos wegläuft. Der Hammer ist mit seinem Stiele um Zapfen beweglich, und kann so gestellt werden, daß er der Drehungsachse mehr oder weniger nahe liegt, folglich eine geringere oder größere Fallhöhe erhält. Durch eine Kurbel wird eine Welle sammt Schwungrad umgedreht, welche einerseits den Hammer mittelst exzentrisch angebrachter, gleich Hebedaumen wirkender Rollen aufhebt, anderseits die Bewegung auf das Räderwerk des Haspels überträgt, der den geplätteten Draht an sich zieht. Der Schlag des Hammers wird durch eine hölzerne Feder verstärkt, welche ihn kraftvoll niederzieht, und mittelst einer Schraube nach Erforderniß gespannt werden kann. Noch zweckmäßiger als die Anwendung dieser Maschine ist ohne Zweifel der Gebrauch eines, aus zwei gußeisernen oder stählernen Zylindern bestehenden Walzwerks, um den Draht zu plätten.

Auf eine oder die andere Weise dargestellt, haben die Stahlstreifen, aus welchen die Federn erzeugt werden sollen, niemahls weder die völlig gleiche Dicke und Breite, noch die Glätte, welche sie besitzen müssen. Um ihnen die richtige und ganz gleichmäßige Dicke zu geben, bearbeitet man sie zwischen zwei wie Feilen gehauenen, flachen Stahlstücken, welche auf einander liegen, und durch zwei Schrauben gegen einander gepreßt werden. Die beiden Enden der Feder werden in zwei Feilkloben oder Schraubzangen befestigt und von zwei Arbeitern hin und hergezogen. Auf die Feilen gibt man Öhl. Um genau die bestimmte Dicke zu erreichen, legt man zwischen die Feilen, an den Enden derselben, zwei Stücke einer Uhrfeder, welche eine zu große Näherung der Feilen verhindern. Wenn man die Feder, deren Enden in den Zangen eingeklemmt sind, in horizontaler Richtung auf einem geeigneten Gestelle ausspannt, so reicht ein einziger Arbeiter hin, indem derselbe eine Art Kluppe (aus zwei Holzstücken bestehend, in welchen die Feilen liegen, und welche mittelst Schrauben oder auch nur durch den Druck der Hände zusammengepreßt werden) längs der Feder hin und her zieht. Um die Feder der Breite nach abzugleichen, bedient man sich ebenfalls der Feilen, bringt aber zwischen denselben ein gehärtetes Stahlstück mit einer

Spalte an, in welcher die Feder auf der Kante zu stehen kommt. Die Dicke des Stahlstücks (folglich die Tiefe des ganz durchgehenden Spaltes) ist gleich der Breite, welche die Feder behalten soll, und somit wird alles Überflüssige an beiden Kanten durch die Feilen weggenommen. Man befreit hierauf die Federn mittelst Asche von dem anhängenden Öhle, reinigt sie durch Abwischen, befeilt die Enden, welche sich beim Ziehen in den Zangen befunden haben, damit sie gleiche Dicke und Breite wie die übrigen Theile erlangen, und schreitet nun zum Härten.

Um die Federn zu dieser wichtigen Operation vorzubereiten, umwickelt man sie einzeln in weiten Windungen mit ausgeglühtem Eisendrahte, und behandelt die Hälfte der ganzen Anzahl auf diese Weise. Aus der längsten der nicht umwickelten Federn bildet man einen zirkelrunden Reif, indem man ihre Enden mit Eisendraht an einander bindet; und in diesen Reif legt man die übrigen Federn ringförmig zusammengebogen, immer abwechselnd eine umwickelte und eine nicht umwickelte, bis die innerste einen Kreis von ungefähr 5 Zoll Durchmesser bildet. Die Drahtwindungen verhindern bei dieser Anordnung die unmittelbare Berührung der Federn, und erleichtern somit das gleichmäßige Durchdringen der Hitze, so wie die gleichmäßige Abkühlung beim Härten. Jedes ganze Paket, welches die Gestalt eines breiten und niedrigen Ringes hat, wird zuletzt noch einige Mahle mit Draht gebunden. Das Erhitzen geschieht in einem einfachen Ofen mit Holzkohlenfeuer. Als Hülfswerkzeug bedient man sich dabei eines Rades, bestehend aus sechs eisernen Speichen und einem auf denselben befestigten zirkelrunden Reifen, der eine Art niedriger Büchse darstellt, an welcher die Speichen als der Boden zu betrachten sind. Im Mittelpunkte des Rades sitzt ein Zapfen, mit welchem dasselbe am Ende eines Stiels so eingesteckt ist, daß es sich dreht, wenn man mit einer Stange gegen die über den Reif hinausragenden Enden der Speichen stößt. Eines der beschriebenen ringförmigen Pakete von Federn wird in das vorläufig glühend gemachte Rad gelegt, und sammt demselben in den Ofen gebracht, wobei man, um die Erhitzung an allen Stellen möglichst gleichförmig zu machen, das Rad auf die schon erwähnte Weise umdreht. Ist das Paket dunkel rothglühend geworden,

so wirft man es schnell in ein zur Hand stehendes Gefäß mit Rüböhl, legt ein anderes Paket in das Rad, und verfährt damit auf gleiche Art. Die Anwendung des Öhles zum Härten, und das Zusammenbinden der Federn in Pakete (wodurch der freie Zutritt der Luft erschwert wird) läßt nicht die Bildung von sehr viel Glühspan zu. Überdieß muß der Arbeiter sorgfältig darauf achten, die Federn nicht unnöthig lange im Feuer zu lassen, wodurch die Güte des Stahls nur Schaden leiden würde.

Die gehärteten Pakete werden losgebunden, und die Federn, nachdem man sie mit heißer Asche von Öhl gereinigt hat, zu zwanzig oder mehr Stück mit der Fläche auf einander gelegt, um gerade Bündel zu bilden, welche man in weiten Abständen mit Draht umwickelt. Da die Federn nur in große Kreise gebogen waren, so halten sie, bei ihrer geringen Dicke, diese Operation aus, ohne zu zerbrechen. Man reibt die Ränder mit Ziegelmehl ab, und erhitzt die Bündel im Ofen oder auf einer von unten geheitzten Eisenplatte, bis die blanken Ränder gelb anlaufen. Dieses Anlassen wird gewöhnlich noch wiederholt. Man macht nämlich nun größere Bündel, deren jedes 3 bis 4 Dutzend Federn enthält, und welche ziemlich dicht mit geglühtem Eisendrahte umwickelt werden, scheuert sie auf den Rändern wieder mit Ziegelmehl blank, und erhitzt sie bis zum Erscheinen der purpurrothen oder blauen Farbe, je nachdem es die Beschaffenheit des Stahls, welche man aus vorläufigen Versuchen kennt, nöthig macht. Das Verfahren, zum Anlassen viele Federn in ein Büschel fest zusammen zu binden, hat einen doppelten Zweck: 1) durch gegenseitige Mittheilung der Hitze ein gleichmäßigeres Anlassen zu erzielen; 2) den Federn ihre Krümmung zu nehmen. In der That findet man dieselben nach dem Auflösen der Bündel vollkommen platt. Dagegen sind sie öfters an den Kanten nicht völlig gerade. Um diesen Fehler zu verbessern, schlägt man sie auf dem Amboße mit einem leichten Hammer an jenen Stellen, wo die Kanten einwärts krumm sind. Die hierauf noch zurückbleibenden geringen Unregelmäßigkeiten der Kanten werden mittelst der Feile beseitigt.

Um jetzt die Federn ganz rein und blank zu machen, zieht man sie einzeln (die Enden in zwei Feilkloben befestigt) zwischen

zwei mit Schmirgel und Öhl versehenen Bleistücken hin und her. Bei dieser Operation erhalten die Zylinderfedern (S. 527) ihre abnehmende Dicke durch den einfachen Umstand, daß die zuletzt angewendeten Bleie in der Richtung, nach welcher das Durchziehen der Federn erfolgt, eine beträchtliche Länge (18 bis 24 Zoll) besitzen. Die Breite derselben beträgt 4 oder 5 Zoll, das Gewicht des obern Bleies wohl 100 Pfund. Mittelst eines Hebels wird das obere Blei in die Höhe gezogen, wenn man Schmirgel und Öhl auftragen oder eine Feder einlegen will. Bei der großen Länge der Bleie schließen dieselben fast die ganze Feder ein, welche zwischen ihnen liegt. Wird nun die Feder an dem einen Ende mittelst einer Zange oder eines Feilklobens angefaßt und ganz zwischen den Bleien herausgezogen, so ist klar, daß die zuerst heraustretenden Theile weniger abgeschliffen werden, als die später folgenden, und das zuletzt kommende Ende, welches den Weg durch die ganze Länge der Bleie zurücklegen mußte, wird darum am dünnsten. Gewöhnlich ist die gehörige Abstufung der Dicke erreicht, nachdem die Feder ungefahr 20 Mahl auf diese Weise (stets nach der nämlichen Richtung) durch die langen Bleie gezogen ist.

Nachdem durch das Schmirgeln die Federn vollkommen blank und glatt gemacht sind, werden die Kanten derselben mit einer feinen Feile, die man der Länge nach darüber hinführt, abgerundet, und sodann mittelst eines Öhlschleifsteins geglättet. Das Poliren der Flächen geschieht zwischen zwei mit Blei belegten Holzstücken durch feinen Schmirgel und Öhl, worauf man durch Abtrocknen mit Asche die Federn wieder reinigt, weil das Fett bei dem nun folgenden Blaumachen zur Entstehung einer ungleichen Farbe Veranlassung geben könnte. Die blaue (zuweilen violette) Farbe, welche bey den Uhrfedern der schweizerischen Fabriken so ausgezeichnet schön ist, wird hervorgebracht, indem man jede Feder einzeln (die Enden in zwei Zangen befestigt) ausgespannt langsam über ein erhitztes Eisenstück wegzieht, welches auf einem kleinen Ofen liegt. Man wählt dazu gern alte Feilen mit grobem Hiebe, weil diese wegen ihrer rauhen Oberfläche eine minder vollkommene Berührung mit der Feder gewähren, und hierdurch die Mittheilung der Hitze verzögern,

so, daß es leichter ist, das gleichmäßige Herankommen der gewünschten Farbe genau zu beobachten.

Die Uhrfedern sind nach allen bisher beschriebenen Bearbeitungen noch immer gerade. Sie erhalten ihre spiralförmige Biegung erst zuletzt, nachdem sie in der erforderlichen Länge abgebrochen, auf eine kleine Strecke an beiden Enden durch Ausglühen erweicht, und mittelst eines Durchschlages (Bd. IV. S. 478) mit viereckigen Löchern zum Einhängen an das Federhaus und den Federstift versehen worden sind. Zum Biegen oder Winden der Federn wird der Federwinder gebraucht. Man hat dieses Werkzeug von verschiedener Größe, nach der Stärke der Federn, für welche es dienen muß. Fig. 5, auf Taf. 97, ist die Abbildung eines Exemplares der kleinsten Gattung, in der wirklichen Größe; Fig. 8 ein Durchschnitt nach der Linie A B von Fig. 5. In dem messingenen Gestelle a b c d, dessen Ansatz n beim Gebrauche des Federwinders in dem Schraubstocke befestigt wird, liegt eine Welle e, auf welcher die Kurbel f g und das gezahnte Rad h steckt. Letzteres dient als ein Sperrrad, zu welchem der doppelte, um die Schraube k bewegliche Sperrkegel i w gehört. Bei m ist auf b c die Feder l mittelst einer Schraube so befestigt, daß sie sich um letztere drehen läßt. Liegt (wie in Fig. 8) das freie Ende der Feder an der Seite l des Sperrkegels, so fällt der Haken i zwischen die Zähne des Rades h, und die Drehung des letztern ist nach der Richtung des Pfeils gestattet, nach der entgegengesetzten nicht. Umgekehrt ist es, wenn man die Feder so herumschiebt, daß sie auf die Seite x zu liegen kommt, wodurch der Haken w in das Rad fällt, und i sich aus demselben entfernt. Der Kopf p der Welle e (Fig. 5) ist hohl, um das Ende des zylindrischen stählernen Stiftes q aufzunehmen, welcher mittelst einer Schraube o festgehalten wird, und beim Winden der Federn zum Festhalten derselben dient. Auf dem Umkreise des Stiftes befindet sich zu diesem Behufe ein kleiner Haken r, dessen Gestalt und Stellung man aus der Endansicht des Stiftes, Fig. 6, erkennt. Fig. 7 zeigt eine andere Gestalt des Stiftes, welche empfehlenswerth ist, weil bei derselben der Haken nicht über den Umkreis hervorspringt, folglich der regelmäßigen Umwindung der Feder nicht hinderlich seyn kann. Man muß

mehrere Stifte von verschiedener Dicke vorräthig haben, welche nach Erforderniß in p (Fig. 5) eingesteckt werden. Die Enden a und d des Gestells sind gabelartig eingeschnitten, um den stählernen Hebel v aufzunehmen, dessen Drehungspunkt durch die Schraube t gebildet wird, während das Ende u zu einem abwärts gekehrten Haken gestaltet ist.

Der Gebrauch des Federwinders ist einfach. Man biegt zuerst das Ende der Uhrfeder mittelst einer Zange etwas rund, um es so auf den Stift q legen zu können, daß der Haken r in das Loch eingreift; dann dreht man mit der rechten Hand die Kurbel g, während die Linke die Feder anfaßt und sie leitet, damit ihre Windungen richtig auf einander zu liegen kommen. Um hierbei dem Zerbrechen, welches durch zu plötzliche Biegung herbeigeführt werden könnte, sicher vorzubeugen, ist es sehr zweckmäßig, zwischen die innersten Umgänge einen schmalen Streifen Pergament mit einzuwickeln. Zuletzt läßt man den Hebel v herab, legt den Haken u in das Loch am äußern Ende der Feder, und dreht noch ein wenig, um die Spannung zu verstärken. Dann verschiebt man die Feder l des Instrumentes, dreht die Kurbel verkehrt, und läßt die Uhrfeder los, welche aber jetzt noch nicht eng genug gewunden bleibt, daher man die Operation noch ein Mahl und wohl auch noch zum dritten Mahle (aber ohne Pergament und mit einem dünnern Stifte q) vornimmt. Die Federn behalten trotz dem leicht eine Neigung, ihre Krümmung wieder zu verlieren und sich fast gerade zu richten, wenn man sie (was zur Prüfung ihrer Stärke oft geschehen muß) zwischen den Fingern aus einander zieht. Abgeholfen wird dieser Unvollkommenheit, indem man nach dem letzten Winden die Federn auf einer heißen Platte noch gelinde erhitzt. Dieses Anlassen ertheilt dem Stahle einen Grad von Steifheit und ein Bestreben, in der angenommenen Krümmung zu beharren. Zum Verkaufe werden die eng zusammen gewundenen Federn mit einem Ringe von Draht umlegt.

Des Federwinders bedient man sich nicht nur, um den Federn ihre Krümmung zu geben, sondern auch, um sie eng zusammen zu winden, wenn sie in das Federhaus gesetzt oder aus demselben herausgenommen werden sollen. Für diesen Zweck ist bei

den englischen Uhrmachern ein sehr einfacher Hand-Federwinder gebräuchlich, der aber durch Bequemlichkeit, selbst bei kleinen und schwachen Federn, sich eben nicht empfiehlt. Es ist dieß ein runder, mit dem kleinen Haken x versehener Stahlstift B (Fig. 9, Taf. 97), der in einem Hefte A steckt, und mittelst desselben aus freier Hand umgedreht wird, nachdem man den Haken in das Loch am innern Ende der Feder gesetzt hat.

Die Verfertigung der großen Federn für Pendeluhren ist von jener der Taschenuhrfedern hauptsächlich darin verschieden, daß man erstere entweder aus gewalztem Stahlbleche mit der Schere schneidet, oder (wenn sie ganz groß sind) aus Stahlstäben erzeugt, welche glühend ausgeschmiedet oder ausgewalzt werden, bis sie die gehörige Länge und Breite erlangt haben, und nur mehr ungefähr eine halbe Linie dick sind. Durch kaltes Hämmern hilft man hernach den noch vorhandenen gröberen Unregelmäßigkeiten der Dicke ab. Die Ränder werden mit einer großen Schere beschnitten, die Flächen aber abgefeilt, bis die Dicke auf $^1/_{50}$ oder $^1/_{60}$ Zoll vermindert ist. Um das Härten zu verrichten, umwickelt man die Federn weitläufig mit ausgeglühtem Eisendrahte, rollt sie in einen Kreis von 12 Zoll Durchmesser zusammen, bindet sie mit Draht, legt ein Paket von 12 oder mehr Stück in das eiserne Rad, macht sie im Ofen kirschroth glühend, und löscht sie in Öhl ab. Das hierauf folgende Anlassen geschieht (nachdem man die eine Fläche mittelst Ziegelmehl blank gescheuert hat) durch Hinziehen über eine rothglühende Eisenplatte, wobei man das Erscheinen der blauen Farbe auf der blanken Seite abwartet. Das Geraderichten auf einem polirten Ambosse mit einem ebenfalls polirten Hammer, das Abrunden der Kanten mittelst der Feile, das Abziehen mit Schmirgel und Öhl zwischen zwei Holz- oder Bleistücken, das Ausglühen und Durchlochen der beiden Enden, das Blaumachen auf der heißen Eisenplatte oder über Kohlenfeuer, endlich das Winden auf einem großen Federwinder sind die Arbeiten, welche den Federn ihre Vollendung geben. Man wird sich von denselben nach dem, was bei der Verfertigung der Taschenuhrfedern gesagt ist, einen hinlänglichen Begriff machen können.

Die Federn zu den Bratenwendern, welche durchaus keiner

vorzüglichen Güte bedürfen, sind gewalzte Schienen aus Stahl, welche gar nicht gehärtet werden (vergl. Bd. IV. S. 75).

II. Reaktions-Federn.

Federn, welche den Zweck haben, Theile von Maschinen oder Werkzeugen auf kleine Entfernungen zu bewegen, um sie in eine Lage zurück zu bringen, aus welcher sie absichtlich verrückt worden sind, kommen ungemein häufig zur Anwendung. Sie bestehen in den meisten Fällen aus gehärtetem und wieder nachgelassenem Stahle, öfters aber auch aus Eisen oder Messing, weil diese beiden Metalle, wenn sie durch das Ziehen zu Draht, oder durch kaltes Hämmern hart geworden sind, eine bedeutende Elastizität besitzen. Am gewöhnlichsten haben solche Federn die Gestalt eines dünnen und schmalen, geraden oder gebogenen Streifens, welcher an einem Ende fest, am andern aber frei ist. Von dieser Art sind die Federn Fig. 10, 11, 12 (Taf. 97) ferner auf Taf. 97, l in Fig. 5; auf Taf. 96, w in Fig. 39, c in Fig. 46, p in Fig. 35, c in Fig. 42; auf Taf. 66, l in Fig. 1; auf Taf. 70, u in Fig. 24. Die Federn in den Feilkloben und in manchen Arten von Zangen gehören hierher; eben so die Schlagfedern in den Gewehrschlössern, und viele andere. Die Befestigung der Federn geschieht gewöhnlich durch eine Schraube; um sicher zu seyn, daß die Feder nicht sich zufällig verdrehen kann, und um beim Wiederanschrauben der etwa abgenommenen Feder ihre richtige Lage nicht zu verfehlen, bringt man gern zwei Schrauben an, oder eine Schraube und einen sogenannten Stellstift (Fuß), welcher an der Feder befestigt ist, und in ein Loch der Unterlage gesteckt wird, bevor man die Schraube einschraubt. Bei Fig. 10 (Taf. 97) ist a die Schraube, b der Stift; in Fig. 12 befindet sich das Schraubenloch a in dem breiten Lappen am Ende der Feder, der Stellstift oder Fuß b aber an der Biegung x, so, daß nur der Theil xy als Feder wirkt. Diese Einrichtung ist dann zweckmäßig, wenn der Raum zwischen x und y gegeben ist, und die Feder in demselben eine möglichst große Länge erhalten soll, folglich die Befestigungsschraube nicht in der geraden Fortsetzung derselben angebracht werden kann. Große Länge und folglich beträchtlichen Spielraum für die Wirkung einer Feder

erreicht man in beschränktem Raume oft auch dadurch, daß man dem festgemachten Ende einige spiralförmige Windungen gibt (s. Fig. 15, Taf. 97), als deren Mittelpunkt ein runder oder viereckiger Stift dient. Ist derselbe eckig, so wird die innerste Windung dicht an seine vier Seiten angeklopft; ist er rund, so versieht man ihn mit einem Spalte, in welchen das Ende der Feder gesteckt wird, um es fest zu halten. Die Zuhaltungsfedern in Schlössern haben oft diese Gestalt, welche man auch an den Federn der Glockenzüge und sonst ziemlich häufig findet. Zur Raumersparniß dient es gleichfalls, wenn man, statt mehrerer Federn, eine einzige breite anbringt, sie aber durch Einschnitte der Länge nach spaltet, und jeden Theil als eine besondere Feder auf einen andern Maschinentheil drücken läßt.

Oft legt man eine nach Art der Fig. 14 gebogene Feder zwischen zwei Stücke, um dieselben in Entfernung von einander zu halten, und das eine Stück, wenn es dem andern temporär genähert worden ist, wieder in seine alte Stellung zurück zu treiben. So sind z. B. die Federn der Schraubstöcke beschaffen; und ähnlich ist q in Fig. 33 (Taf. 34). Eine Form wie Fig. 16 (Taf. 97), wo der mittlere Theil der Feder ein Kreisbogen ist, wird auch in manchen Fällen benutzt; so z. B. bei kleinen Walzwerken, wo man an jeder Seite des Gestells zwischen die Zapfen der obern und der untern Walze die Enden einer solchen Feder legt, damit beim Nachlassen der Stellschrauben der obere Zylinder von selbst sich hebe. An vielen Werkzeugen verbindet ein kreisförmiger elastischer Bügel von der in Fig. 16 angegebenen Gestalt zwei Bestandtheile, welche dadurch aus einander getrieben werden, sobald der vermittelst einer Schraube oder auf andere Art angebrachte Druck nachläßt: die Schafscheren und Tuchscheren, die sogenannten Federzirkel, die Nietkluppen (Taf. 69, Fig. 18 und 20), die Abgleichstange (Taf. 97, Fig. 3) sind Beispiele. Man versieht auch wohl die Feder mit einer vollen Windung statt des Kreisbogens (s. Taf. 97, Fig. 13). Eine solche, aus Eisendraht gebogene Feder liegt gewöhnlich in den Drehorgeln auf dem Blasbalge, und kleinere Federchen von ganz gleicher Gestalt, aus dünnem Messingdrahte verfertigt, schließen die Ventile der Pfeifen in den nämlichen Maschinen.

Ein elastischer Metallstreifen wirkt als Feder, wenn man seine Enden durch Druck oder Zug einander nähert, worauf er, sich selbst überlassen, seine ursprüngliche gerade oder weniger gekrümmte Richtung wieder annimmt. Auf diese Weise wird von dem Bogen einer Armbrust die Sehne in Bewegung gesetzt; und an der Maschine zum Abklatschen, welche Fig. 4 auf Taf. 3 vorstellt, sind E, E zwei Federn von der erwähnten Art (vergl. Bd. I. S. 65). Wenn eine bogenförmige Feder a (Fig. 21, Taf. 97) in ihrer Mitte an b befestigt wird, und ihre Enden sich gegen c stützen, so hält sie b und c in Entfernung von einander, und wirkt eben so, wie zwei einfache Federn, welchen man einen gemeinschaftlichen Befestigungspunkt gegeben hätte. Ich benutze diese Gelegenheit, um einen in seiner Art interessanten Mechanismus zu beschreiben, bei welchem ähnliche Federn angewendet werden, der aber seine Haupt-Eigenthümlichkeit freilich einem andern Bestandtheile verdankt. Als Spielzeug sind nämlich seit ein Paar Jahren Thierfiguren in Umlauf gekommen, welchen man mit einer schmalen Messerklinge den Hals ganz durchschneiden kann, ohne daß der Kopf aufhört, fest zu sitzen. Es scheint mir einleuchtend, daß auch zu ernsthaftem Zwecke gelegenheitlich eine solche Vorrichtung erwünscht seyn könnte, um ein Problem zu lösen, für welches die praktische Mechanik vielleicht bisher keine Konstruktionen aufzuweisen hatte: einen Maschinentheil zwischen zwei anderen durchgehen zu lassen, ohne daß diese letzteren sich von einander trennen.

Die einzelnen Theile des in Rede stehenden Apparates sind in den Fig. 22 bis 25, auf Taf. 97, abgebildet. Fig. 22 (Aufriß A, Grundriß B, Durchschnitt C) ist ein messingenes Rad mit glatter Peripherie, welches ringsum einen auf beiden Seiten überstehenden Rand g besitzt, und durch drei weite Ausschnitte a, b, c in die Segmente d, e, f getheilt wird. Die stählerne Achse desselben enthält vier eingedrehte Hälse h, h, i, i. Fig. 23, w, ist eine kreisrunde Scheibe von Messingblech, in der Mitte mit einer langen Öffnung k, außerdem mit vier Löchern n, und am Rande mit zwei Einschnitten l, l versehen. In den letzteren sind, senkrecht auf die Fläche der Platte, zwei Gabeln m, m angelöthet, von einer solchen Weite der Öffnung, daß sie den

Hälsen, h, h (Fig. 22, B und C) als Lager dienen können. Fig. 24 zeigt ein messingenes Gehäuse, welches aus zwei Kreisabschnitten o und p mittelst der Schrauben r, r zusammengesetzt ist. A ist der Aufriß, B der Grundriß der untern Fläche, C die Endansicht, D der Durchschnitt, E die Ansicht der innern Fläche des Theiles p, welcher jene von o ganz gleich ist. Ein Loch q geht durch beide Hälften des Gehäuses; seine Bestimmung wird noch angegeben werden. Die Höhlung, welche zwischen o und p bleibt (s, in den Abbildungen B, D, E), wird durch einen etwas tiefen, bogenförmigen Falz begrenzt, dessen Dimensionen dem Rande g des Rades (Fig. 22) angemessen sind. t (Fig. 25) ist eine Stahlfeder, auf welcher eine kurze messingene Gabel u festgenietet ist. Zwei solche, einander völlig gleiche Federn gehören zu dem Apparate, und ihre Gabeln u haben eine solche Weite, daß sie den Hälsen i, i (Fig. 22, B und C) als Lager dienen können. Den Mechanismus in seiner Zusammensetzung zeigt Fig. 26 (Aufriß und Grundriß). Man steckt das Rad (Fig. 22) durch die Öffnung k der Platte (Fig. 23), wobei die Hälse oder Zapfen h, h der Achse (Fig. 22) in die Gabeln m, m zu liegen kommen, und unter i, i (Fig. 22) die Federn t (Fig. 25) eingeschoben werden. Über dem Theile des Rades, welcher auf der entgegengesetzten Seite der Platte hervorragt, setzt man das Gehäuse op (Fig. 24) zusammen. Da der Umkreis des Rades in dem Falze des Gehäuses eingeschlossen ist, so können sich beide Bestandtheile nicht von einander trennen, allein das Rad behält die Freiheit sich zu drehen, wobei sein Rand sich in dem Falze fortschiebt. Die Federn t, t pressen das Gehäuse gegen die obere Seite der Platte w, indem sie sich mit ihren Enden gegen die untere Fläche dieser Platte, und mit ihrer Mitte gegen die Achse des Rades stützen. Schiebt man nun zwischen w und das Gehäuse die schmale Messerklinge ein, deren Durchschnitt in Fig. 26 durch v angezeigt wird, so findet dieselbe (indem die Federn t im gehörigen Grade nachgeben und eine geringe Entfernung des Gehäuses von der Platte w gestatten) anfangs kein Hinderniß; bald aber stößt sie gegen das Segment d des Rades, dreht letzteres um, und gelangt bei x wieder heraus, nachdem sie immer in dem Ausschnitte b des Rades fortgegangen ist. Bevor indessen das Seg-

ment d das Gehäuse ganz verläßt, tritt schon hinter dem Messer das Segment e hinein, und hält das Gehäuse mit der Platte w fest verbunden. Die Stellung des Rades ist nun wieder die in Fig. 26 angegebene, nur daß an der Stelle von d das nächste Segment e sich befindet. Wird hierauf das Messer abermahls bei v eingeschoben, so wiederhohlt sich der beschriebene Vorgang, und das Rad dreht sich wieder um ein Drittel des vollen Umganges. Man sieht leicht, daß nach Belieben auch das Messer von der Seite x eintreten kann, wo dann die Umdrehung des Rades in entgegengesetzter Richtung Statt findet. Die Platte w wird mittelst ihrer Löcher n (Fig. 23, 26) auf dem Halse einer Thierfigur angeschraubt, so, daß der sichtbare Theil des Rades in einer Höhlung des Rumpfes Platz findet; dann setzt man den gleichfalls ausgehöhlten Kopf über das Gehäuse o (Fig. 26), und befestigt ihn mittelst eines quer durchgeschobenen Stiftes, für welchen im Gehäuse das Loch q (Fig. 24, 26) vorhanden ist.

Federn, wie die in Fig. 15 (Taf. 97) abgebildeten, machen den Übergang zu den sogenannten Spiralfedern, deren ganze Länge in einer Spirallinie gewunden wird (s. Fig. 27, Taf. 97). Durch diese Gestalt werden die Federn am besten geeignet, bei drehender Bewegung einer angebrachten Kraft entgegen zu wirken. Ist nämlich das innere Ende, o, der Feder an einer Achse, das äußere Ende, n, an einem Punkte außerhalb derselben befestigt, so wickelt jede Drehung der Achse, oder jeder Umschwung von n die Feder enger zusammen oder weiter aus einander, und sobald die Kraft zu wirken aufhört, leitet die Elastizität eine Bewegung nach entgegengesetzter Richtung ein. Man wendet kleine Spiralfedern von drei oder vier Windungen in den Lichtscheren an, um zu bewirken, daß sie von selbst nach dem Gebrauche sich schließen. Hier liegt die Feder zwischen den beiden Schenkeln der Schere, rund um das Niet, welches dieselben vereinigt und als Drehungspunkt dient. Das innere Ende der Feder ist in einem kleinen Loche des obern Schenkels befestigt, das äußere Ende eben so im untern Schenkel. Zuweilen bringt man eine Spiralfeder an den Angeln der Stubenthüren an, damit letztere von selbst zufallen. Die wichtigste Benutzung dieser Federn kommt aber in den Taschenuhren vor, wo das Schwungrad (die

Unruhe) nur durch die Verbindung mit der Spiralfeder zu einem vollkommenen Regulator erhoben wird (s. Art. Uhrmacherkunst). Die Verfertigung der Spiralfedern für Uhren ist viel einfacher, als jene der Gangfedern, obwohl beide Arten der Federn sich nur durch die Größe von einander unterscheiden. Die Spiralfedern, welche stets sehr schmal und dünn sind, werden aus äußerst dünnem Stahlbleche verfertigt, welches unter dem Nahmen Spiralfederblech in kleinen Blättern ein Handelsartikel ist, und so, wie es die schweizerischen Fabriken liefern, schon einen ziemlichen Grad von Steifheit und Elastizität besitzt, diesen aber wahrscheinlich keiner Härtung, sondern nur den Walzen, unter welchen es erzeugt ist, verdankt. Man schneidet von diesem Bleche ganz schmale Streifen, und gleicht dieselben in der Breite dadurch ab, daß man sie öfters durch den schmalen Einschnitt eines Stahlstücks zieht, welcher mit einer feinen Feile bedeckt wird. Die Tiefe jenes Einschnittes bestimmt die Breite der Feder, indem alles Überflüssige von der Feile weggenommen wird. Es ist offenbar, daß diese Arbeit sehr abgekürzt werden könnte, wenn man sich geplätteten Stahldrahtes zur Verfertigung der Spiralfedern bediente, wie es in England wirklich geschehen soll. Gehärtet werden die Spiralfedern nicht; man windet sie daher unmittelbar nach dem Abgleichen, aber nicht mittelst eines Federwinders, sondern aus freier Hand, wobei man als Hülfswerkzeuge nur eine kleine Zange und einen dünnen runden Stift, welcher in ein Heft gefaßt ist, anwendet. Bei der ungemeinen Übung der Arbeiter geht diese Arbeit sehr schnell von Statten. Zuletzt werden die Federn blau gemacht, wozu man sie entweder bloß auf ein erhitztes Blech legt, oder mittelst des Werkzeugs behandelt, welches auf Taf. 97, Fig. 28 (in der Hälfte der wirklichen Größe) abgebildet ist. Es besteht aus einer kreisrunden dünnen Messingplatte a, welche mittelst des Stieles b in dem hölzernen Hefte c steckt, und aus einem kleinen durchbrochenen Rade d, welches in dem um f beweglichen Hebel e g befestigt ist. Eine Feder h hält das Rad d in Berührung mit der Platte a. Ein Druck des Fingers auf g öffnet das Werkzeug, worauf eine Spiralfeder zwischen a und d gelegt, und die Platte über einer Spirituslampe erwärmt wird, bis die Feder angelaufen ist. Die

Speichen des Rades d hindern nicht das Besehen der Feder, und halten sie dennoch mit einiger Kraft nieder, damit die Windungen sich nicht verziehen können, sondern in gleicher Ebene zu bleiben genöthigt sind. Durch diese Behandlung verschwindet sogar diejenige Unebenheit der Feder, welche nach dem Winden etwa vorhanden gewesen ist, weil der Stahl, wenn er während des Erhitzens in einer bestimmten Lage zu bleiben gezwungen war, diese auch nach dem Erkalten von selbst beibehält.

Von den Spiralfedern unterscheiden sich die schraubenförmigen Federn dadurch, daß ihre Windungen nicht in einerlei Ebene liegen. Die gewöhnlichste Gestalt dieser Federn, welche man aus Draht oder schmalen Blechstreifen verfertigt, ist die zylindrische (Fig. 17, Taf. 97). Ihre Elastizität wird entweder durch Ausdehnung oder durch Zusammendrückung in der Richtung ihrer Achse in Anspruch genommen. Im ersten Falle können bei dem natürlichen Zustande der Feder die Windungen sich gegenseitig berühren; im zweiten Falle, welcher der gewöhnlichere ist, müssen sie weit genug von einander entfernt seyn, um die beabsichtigte Zusammendrückung zu gestatten. Federn, auf welche die Kraft ausdehnend wirkt, können ohne Unbequemlichkeit eine bedeutende Länge haben *), und werden manchmahl auch in platter (bandähnlicher) Form gewunden (Bd. IV. S. 251). Dagegen ist bei Federn, welche zusammengedrückt werden, eine größere Zahl von Windungen leicht mit dem Nachtheile verbunden, daß der mittlere Theil derselben seitwärts ausweicht, und die Feder sich krümmt. Man hilft dieser Unvollkommenheit auf verschiedene Weise ab: 1) dadurch, daß man den Windungen einen verhältnißmäßig großen Durchmesser gibt; 2) durch Einschließung der Feder in eine Röhre, deren Weite nur geringen Spielraum seitwärts gestattet; 3) indem man die Feder auf einen Zylinder steckt, welcher ihre Höhlung beinahe ausfüllt (a a, Fig. 18, Taf. 97); 4) indem man die Feder kegelförmig (Fig. 19, Taf. 97) oder gar doppelt kegelförmig (Fig. 8, Taf. 70, und Bd. IV. S. 251) windet; 5) indem man die Feder aus einem breiten Blechstreifen so windet, daß die Windungen zum Theile in einander stecken

*) Man vergleiche über die Verfertigung derselben den Artikel Drahtarbeiten (Bd. IV. S. 249—251).

(Fig. 20, Taf. 97). — Bei seltenen Gelegenheiten werden zylindrisch gewundene Federn durch Drehung zur Äußerung ihrer Elastizität veranlaßt, indem das eine Ende festgemacht ist, das andere aber von der Kraft im Kreise herumgeführt, und so der Durchmesser der Windungen verkleinert wird.

Schraubenförmige Federn werden in einer Menge von Fällen angewendet. Bei den Jacquart-Maschinen zur Musterweberei kommen sie in großer Anzahl vor, indem an Einer solchen Maschine oft 1200 und selbst 1800 Drähte (sogenannte Stößel) mit eben so vielen Federn sich befinden. In den Windbüchsen wird das Ventil der Flasche durch eine Feder dieser Art geschlossen. In Uhren ist zuweilen statt der Spiralfeder eine zylindrisch gewundene Feder angewendet worden, wobei der schon oben erwähnte Fall vorkommt, daß die bewegende Kraft durch Drehung wirkt. Andere Beispiele von der Benutzung schraubenförmiger Federn sind schon mehrfältig in diesem Werke vorgekommen, als: w', Fig. 1 auf Taf. 33 (Bd. II. S. 507); Fig. 21 auf Taf. 34 (Bd. II. S. 545); d und o, Fig. 5 auf Taf. 73 (Bd. IV. S. 502, 503).

Reaktionsfedern sind zwar meist, aber nicht immer, aus Metall gemacht. Zuweilen (nahmentlich bei großen Maschinerien) dient eine hölzerne, an einem ihrer Enden befestigte Stange als Feder: ein Beispiel ist die Prellstange an manchen Hammerwerken, gegen welche der aufgehobene Hammer stößt, um durch die Elastizität derselben mit Kraft und Schnelligkeit wieder auf den Amboß herabgeworfen zu werden; ein anderes die Wippe an den älteren Drehbänken (Bd. IV. S. 275 und Taf. 22, Fig. 48). Eine mehrfach zusammengedrehte Schnur kann als Feder dienen, indem ihre Elastizität sich widersetzt, wenn eine Kraft sie stärker zusammen zu drehen strebt. An der Lade des Bortenwirkerstuhls ist eine solche Einrichtung benutzt (s. Fig. 3 und 4, Taf. 38; Bd. II. S. 618).

III. Druckfedern.

Federn von mannigfaltigen Formen werden gebraucht, um einen Druck auszuüben, bei welchem man nicht die Hervorbringung einer Bewegung zur Absicht hat. Der Zweck kann in solchen Fällen verschieden seyn. Man wendet Druckfedern an:

1) Um dem natürlichen Ausdehnungsbestreben eines Körpers ein Hinderniß zu setzen. So wird am Digestor öfters das Sicherheitsventil durch eine Feder geschlossen (s. Taf. 64, Fig. 22; Bd. IV. S. 132), und letztere hat hierbei die Expansivkraft des Dampfes im Gefäße bis zu einem gewissen Punkte zu überwinden.

2) Um Körper zusammen zu drücken. Eine solche Bestimmung haben die Miederfedern, elastische stählerne Schienen, welche man, um das Rosten zu verhindern, lackirt oder verzinnt. Bei den Maschinen zum Glätten der Leinwand, der Pappe rc. wird der an einer aufrechten Stange befestigte Glättstein kraftvoll niedergedrückt, indem auf dem obern Ende der Stange eine starke gerade hölzerne Feder ruht: so erleidet der Stoff zwischen dem Steine und dem Glätttische die Zusammendrückung, welche ihn glatt und glänzend macht.

3) Um Körper, ohne absichtliche Pressung, in steter Berührung mit einander zu halten. Hiervon kommt ein Beispiel im Großen an der von Hawkins erfundenen Buchdruckerpresse vor (Taf. 48, Fig. 1 und 2; Bd. III. S. 406). Die Kerzen der Kutschenlaternen stecken in einem Rohre, durch dessen obere enge Öffnung der Docht herausragt, und eine untergelegte schraubenförmige Drahtfeder preßt die Kerze gegen jene Öffnung, so, daß die Flamme immer auf gleicher Höhe bleibt. Die Feder h in Fig. 28 (Taf. 97) gehört, ihrer Hauptbestimmung nach, ebenfalls hierher. Ist in Fig. 29 (Taf. 97) a ein auf der Achse e lose steckendes Rad, welches sich in dem Raume zwischen zwei festliegenden Platten b und d befindet, aber bei jeder Stellung des Ganzen in Berührung mit b bleiben soll, so bringt man, um dieß zu bewirken, eine sogannte Spreitzfeder (Spreißfeder) c an, welche ein gebogenes, mittelst eines Loches auf die Achse e geschobenes Stahlplättchen u. dgl. seyn kann. In dem Zeigerwerke der Uhren kommt eine solche Feder vor, welche meistens nur aus einem gekrümmten Stückchen sehr dünnen Messingblechs (Rauschgold) gebildet ist. Eine andere Art, dergleichen Federn anzubringen, ist folgende (Fig. 35, Taf. 97). Die Feder a (ein etwas gekrümmtes Plättchen von Stahl) enthält ein Loch und einen von diesem ausgehenden Spalt. Die Welle cd besitzt bei e einen dünnern Hals, oder ist auch

bloß an dieser Stelle eingekerbt, wodurch ihre Dicke etwas vermindert wird. Der Theil b (ein Rad oder dgl.) ruht auf dem Ansatze c. Die Feder wird mit ihrem Loche auf die Welle gesteckt, dann aber so verschoben, daß der engere Spalt in den Hals e faßt, und hierdurch einen Stützpunkt gewährt. Die Feder kann ganz aufgespalten seyn (Fig. 41), und wird dann gleich von der Seite eingeschoben, was in solchen Fällen nöthig ist, wo irgend ein Hinderniß vor e (Fig. 35) das Aufstecken unausführbar macht. Der Riegel eines Thürschlosses darf sich bei seiner Bewegung nicht von der Fläche des Schloßbleches, auf welchem er liegt, erheben. Um dieß zu erreichen, befestigt man unter der Deckplatte des Schlosses eine schwache Feder, welche auf dem Riegel liegt, ohne seine Bewegung zu erschweren. Fig. 30 zeigt das Wesentliche dieser auch in anderen Fällen angewendeten Vorrichtung: a ist das bewegliche Stück, b die Platte, auf der es fortgleiten soll, c die Feder. Ähnlich ist die Einrichtung Fig. 31, wo, wenn der Schieber d auf dem Prisma e fortgeschoben wird, die Feder f beide Theile in Berührung hält, indem sie sich gegen die Verlängerungen von d, welche mit g, g bezeichnet sind, stützt. An den metallenen Kolben der Dampfmaschinen dienen Federn, um die zum dampfdichten Schlusse erforderliche genaue Berührung mit dem Zylinder herzustellen (Taf. 56, Fig. 6, und Bd. III. S. 646).

4) Um mittelst der, durch den Druck erzeugten Reibung eine Bewegung zu erschweren, was meistens geschieht, um der zufälligen Verschiebung eines Körpers, welcher beweglich seyn muß, vorzubeugen. Man könnte solche Federn **Klemmfedern** nennen. Die Federn in den Perrücken haben diese Bestimmung. An der Abgleichstange (Taf. 97, Fig. 1) verhindert die Feder g h i die Verschiebung der Kugel f auf der Stange a b, in so fern sie durch einen unabsichtlichen leichten Stoß oder durch das Gewicht der Kugel erfolgen könnte. So wird an den Gewehrschlössern durch die Batteriefeder der Pfannendeckel an zu leichter Beweglichkeit gehindert. Fig. 47 (Taf. 96) gehört hierher, und ist oben (S. 24) beschrieben. Die Spulen der Spindeln an den Water-Spinnmaschinen sind oft, zur Erschwerung ihrer Umdrehung, mit Klemmfedern versehen (Bd. I. S. 572). Eine Spule,

von welcher sich ein Faden allmählich abwickelt, wird verhindert, denselben zu leicht und zu schnell fahren zu lassen, indem man ihre Umdrehung durch eine Feder erschwert. Fig. 5 auf Taf. 8 (Bd. I. S. 436) und Fig. 8, 9 auf Taf. 33 (Bd. II. S. 503) sind hiervon Beispiele. Fig. 32 (Taf. 97) zeigt eine andere Einrichtung. Die Spule a a ist lose auf ihre Achse b b gesteckt; um letztere ist im Innern der Spule eine schraubenförmige Feder gewunden, welche mit einem Ende an der Achse, mit dem andern an der Spule ihre Befestigung hat. Gibt man nun der Achse in ihren Lagern hinlängliche Reibung (was wieder durch eine Feder geschehen kann), so muß, damit die Spule sich umdrehen kann, die Feder zusammengewunden werden, was so lange Statt findet, bis die Spannung derselben groß genug wird, um den Widerstand der Achse gegen Drehung zu überwinden. Bei dieser Spannung bleibt von nun an die Feder, weil die Achse jeder fernern Umdrehung der Spule folgt, und letztere wird demnach mit einer gleichbleibenden Kraft zurückgehalten. Spulen, welche sich gar nicht drehen sollen (wie die in den gewöhnlichen Schnellschützen der Weber), steckt man auf eine Achse, welche in zwei klaffende Theile gespalten oder zu einem elastischen Haken gebogen ist, und somit gleichfalls eine Feder bildet (s. Fig. 33 und 34, Taf. 97).

IV. Spannfedern.

Schon bei den zuletzt angeführten Konstruktionen ist zum Theile die Absicht, durch erschwerte Umdrehung der Spulen den sich abwickelnden Faden gleichmäßig anzuspannen; allein die Federn bewirken dort die Spannung nur mittelbar. Es gibt jedoch Fälle, wo Bänder, Schnüre ꝛc., welche gespannt werden sollen, geradezu mit einer Feder verbunden werden. In dieser Weise wirken die schraubenförmigen Drahtfedern, welche in Gürteln, Handschuhen, Hosenträgern, Strumpfbändern eingenäht werden, und statt welcher man sich schmaler Streifen von Federharz bedienen kann. Um eine Schnur straff anzuspannen, kann man ein Ende derselben unbeweglich befestigen, und das andere um ein Federhaus aufrollen, in welchem eine spiralförmige Feder enthalten ist. Die Drehbögen (Bd. II. S. 531, 532) gehören gleichfalls hierher.

V. Tragfedern.

Bei der Unterstützung schwerer Massen durch Federn hat man den Zweck, entweder die Unterlage mit einem Theile des Druckes, welchen die Last hervorbringt, zu verschonen, oder die Stöße, welche ein bewegter Körper während seiner Bewegung erleidet, zu brechen, und in unschädliche sanfte Schwingungen zu verwandeln. In der zuerst genannten Absicht kann z. B. eine vertikale Welle, deren unteres Ende in einer Pfanne steht, durch eine Feder unterstützt werden, auf welcher der Zapfen oder seine Pfanne ruht. Sind nun mit der Welle schwere Körper verbunden, so drückt auf die Unterlage derselben nicht das volle Gewicht, sondern nur jener Theil, welcher von der hebenden Kraft der Feder nicht aufgewogen wird.

Tragfedern zur Milderung der Stöße bewegter Massen kommen hauptsächlich an den Wägen vor, wo ihre Anwendung sowohl den fahrenden Personen als den Pferden höchst wesentliche Erleichterung gewährt (s. Artikel Fuhrwerk). Sie sind aus gehärtetem und wieder bis zur blauen Farbe nachgelassenem Stahle, oder aus einer zusammengeschweißten Mengung von Eisen und Stahl, oder endlich gar nur aus Eisen verfertigt. Die letzteren sind die schlechtesten, weil sie bei sehr starker Belastung eine bleibende Veränderung ihrer Krümmung annehmen. Die Wagenfedern bestehen aus einer Anzahl über einander liegender Blätter von stufenweise abnehmender Länge, welche durch Bolzen und übergeschobene Ringe vereinigt werden; übrigens sind ihre Formen mannigfaltig. Am häufigsten kommen die *stehenden* oder *aufrechten* Federn von bogenformiger Gestalt vor, siehe Taf. 97, Fig. 36. Die Zahl der Blätter, woraus eine solche Feder zusammengesetzt ist, beträgt fünf bis sieben oder mehr. Das äußerste Blatt (*Hauptblatt*) b a c ist von Eisen, von dem Befestigungspunkte c bis nach a gleich dick, von hier aber nach b hin an Dicke allmählich abnehmend. Die übrigen Blätter sollen von Stahl seyn, und besitzen ihre größte Dicke in der Gegend a, von wo aus sie sich gegen beide Enden hin verschwächen, mit Ausnahme des innersten Blattes, welches in gleicher Dicke von a bis d verlängert und hier besonders befestigt ist. Alle Blät-

ter werden mittelst eines übergeschobenen viereckigen Ringes a vereinigt, durch welchen ein Bolzen geht. Weiter unten (zwischen a und c) ist die Feder gewöhnlich noch ein Mahl durchlocht, und ein zweiter Bolzen in derselben befestigt. Damit bei dem Spiele der Feder die einzelnen Blätter sich nicht der Breite nach verschieben, ist das obere Ende eines jeden Blattes mit einem Einschnitte versehen, in welchen ein kleiner Zapfen auf der innern Fläche des nächsten längern Blattes hineinragt. Fig. 36 (wo A die Ansicht der innern oder konkaven Seite ist) zeigt dieß bei 1, 2, 3, 4, 5. Bei b wirkt die Last mittelst eines Riemens nach der vom Pfeile angedeuteten Richtung. In der Befestigung der Federn am Wagengestelle kommen mancherlei Abänderungen vor.

Den liegenden Federn (Horizontalfedern) gibt man hauptsächlich die Formen, welche Fig. 37, 38, 39 (Taf. 97) anzeigen. Fig. 37 besteht aus zwei bogenförmigen Federn, welche an den Enden c, c durch starke Bolzen mit einander vereinigt sind. Die Ringe a, b halten die Blätter zusammen. Bei b ist die Feder auf dem Wagengestelle befestigt; die Last drückt auf a senkrecht herab. Fig. 38 ist eine gerade, in der Mitte befestigte Feder, an deren Enden die Last durch Druck oder Zug abwärts wirkt. Fig. 39 unterscheidet sich hiervon durch die krumme Gestalt. a ist der Ring, welcher sämmtliche Blätter umschließt; b, b sind Bolzen, welche zur Befestigung auf der Unterlage dienen. Das Gewicht des Wagenkastens zieht an den Enden der Feder niederwärts, entweder unmittelbar oder mittelst anderer, gleichgestalteter Federn. In diesem letztern Falle denke man sich zwei Federn, wie die gezeichnete, parallel mit einander auf dem Wagengestelle angebracht; zwei andere, unter dem Wagenkasten befestigte, aber umgekehrt (d. h. die konvexe Seite und das kürzeste Blatt nach oben) und quer gegen die ersteren liegend, mit denselben also ein rechtwinkeliges Viereck einschließend, und mit ihnen an den Enden zusammengehängt. In Fig. 39 ist bei e eine der Querfedern angegeben.

Kürzlich hat man mit Glück versucht, Wagenfedern aus geraden Schienen herzustellen, deren Elastizität nicht durch Biegung, sondern mittelst Drehung in Anspruch genommen wird. Das Prinzip dieser Erfindung wird durch Fig. 40 (A Grundriß,

B Aufriß) erläutert. Hier sey b b ein Bündel von mehreren auf einander liegenden platten Stahlschienen; a eine Hülse, von welcher diese gerade Feder in der Mitte ganz fest und unbeweglich gehalten wird; c an jedem Ende eine Kapsel, welche mit einem runden Zapfen versehen ist, und einen Ansatz oder Arm d besitzt. Drückt das Gewicht einer Last die Arme d, d nieder, so wird die Feder b genöthigt, sich um die Zapfen an den Kapseln c zu drehen; allein da sie bei a festgehalten wird, so müssen sich ihre beiden Theile a c und a c in entsprechendem Grade schraubenförmig zusammendrehen. Da, um eine solche Drehung zu bewirken, viel mehr Kraft erfordert wird, als zu einer Biegung; so müssen, bei übrigens gleichen Umständen, diese Federn bedeutend dünner ausfallen, als gewöhnliche, so, daß der doppelte Vortheil der Material-Ersparung und der größern Leichtigkeit des Wagens entsteht.

Über die Anwendung von Federn bei den Dampfwägen s. m. Bd. IV. S. 82, 86, 100.

Die Wagenfedern sind eine Arbeit des Schmiedes, und ihre Verfertigung erfordert außer der gehörigen Sorgfalt beim Ausschmieden, Biegen und Zusammenpassen, Härten und Anlassen der Blätter keine eigenthümlichen Verfahrungsarten. Mit Zeitersparniß können indessen die Blätter durch Walzen dargestellt werden. Die zwei gußeisernen Zylinder des Walzwerks sind zu diesem Behufe exzentrisch, d. h. ihre Zapfen sitzen außerhalb des Mittelpunktes der Endflächen, und die verschiedenen Stellen der Peripherie sind folglich ungleich weit von der Drehungsachse entfernt. Da die Anordnung so getroffen ist, daß bei der Bewegung der Maschine die am meisten exzentrischen Stellen einander gegenüber zu stehen kommen, so nimmt die Größe der Öffnung zwischen den Walzen wechselweise zu und ab, und ein durchgehender Eisenstab erlangt dem entsprechend die verjüngte oder keilförmige Gestalt, welche für die Elastizität der Federn wesentlich ist.

VI. Dynamometrische Federn.

Was über dieselben zu bemerken ist, kommt im Artikel Dynamometer (Bd. IV. S. 496) vor.

VII. Tonfedern.

In den Uhren werden Stahlfedern statt der Glocken gebraucht, um durch den Schall, welchen sie beim Anschlagen eines Hammers erzeugen, die Zeit anzugeben. Sie sind hier ein oder mehrere Mahl im Zirkel gebogen, und nur an Einem Ende befestigt. Der Hammer schlägt nahe am Befestigungspunkte auf die Feder, deren ganze Länge dadurch in Schwingungen kommt. Wenn die Viertelstunden nebst den Stunden auf diese Weise angezeigt werden sollen, so bringt man, um die erforderliche Verschiedenheit des Tons zu erlangen, zwei Federn von verschiedener Länge an, da dann die längere den tiefern Ton angibt. Die Schlagfedern in den Taschenuhren werden aus dünnem vierkantigem Stahle in Gestalt eines sehr schwachen, 6 bis 10 Zoll langen Stäbchens geschmiedet, dann rund gefeilt, nach der Größe des Uhrgehäuses im Zirkel gebogen, gehärtet, nachgelassen und polirt. Zum Anschrauben derselben dient ein etwas breiter Lappen, welchen man an dem einen Ende beim Schmieden gebildet hat. Oft auch wird die Feder von Stahldraht gemacht, und in einem Loche des besonders verfertigten Lappens mit Silber oder Messing festgelöthet.

Die Tonfedern in den größern Uhren werden aus Stahldraht in einer Spirallinie gewunden, und ohne Härtung blau angelassen. Das innere Ende der Spirale wird in einem messingenen Klötzchen verlöthet, welches man sodann durch Anschrauben an dem sogenannten Stuhle (einem im Uhrkasten aufrecht stehenden messingenen Kloben) befestigt. Gewöhnlich hat die Stundenfeder drei, die Viertel-Feder zwei Windungen.

Ganz im Großen ist neuerlich eine Anwendung von Tonfedern gemacht worden, um die Glocken auf Kirchthürmen durch ein wohlfeiles Surrogat zu ersetzen. Stahlstäbe in der Form eines Λ gebogen, werden an der Spitze frei aufgehangen, und Hämmer, welche abwechselnd gegen ihre beiden Schenkel schlagen, bringen den Ton hervor (Stahlgeläute).

Kurze gerade Stahlfedern, welche durch die Umdrehung einer mit Stiften besetzten Walze in tönende Schwingungen ver-

setzt werden, bilden das Wesen der sogenannten Stahlspielwerke in Uhren, Dosen u. s. w.

K. Karmarsch.

Federschneider.

Die Werkzeuge, welche man so nennt, ersetzen das Federmesser beim Schneiden der Schreibfedern, und geben den letzteren, ohne irgend Kunstfertigkeit vorauszusetzen, einen regelmäßigen und gleichförmigen Schnitt. Man hat die Federschneider mit mannigfaltigen Verschiedenheiten ausgeführt; im Wesentlichen aber bestehen alle aus zwei Haupttheilen von unveränderlicher Form, welche man mit den Nahmen der Unterlage und des Messers bezeichnen kann. Die Unterlage ist ein gehärtetes scharfrandiges Stahlklötzchen, genau von der zugespitzten Gestalt, welche der vorderste Theil einer geschnittenen Schreibfeder besitzt, und dermaßen rinnenartig vertieft, daß eine solche Feder, die nur vorläufig mit einem einfachen langen Ausschnitte versehen ist, hineingelegt werden kann. Das Messer ist aus drei stählernen Schneiden zusammengesetzt, von welchen die beiden äußeren unter einem spitzigen Winkel (dem Winkel der Federspitze entsprechend) zusammenstoßen, die dritte aber zwischen jene beiden (in der Richtung des Federspaltes) eingesetzt ist. Wird das Messer auf die Unterlage herabgedrückt, so umfaßt es deren Rand, und geht so dicht an demselben vorbei, daß Alles, was von der Feder über die Unterlage hinausragt, weggeschnitten wird, indem die äußere, winkelförmige Schneide des Messers und der scharfe Rand der Unterlage zusammen wie die Blätter einer Schere wirken. Zugleich drückt die mittlere Schneide des Messers den Spalt in die Feder; und letztere ist also mit einem einzigen Drucke bis auf das Abstutzen der Spitze vollendet.

Es gibt Federschneider in der Form kleiner Zangen, welche an dem einen Theile ihres Maules das Messer, am andern die Unterlage enthalten; allein diese Bauart ist nicht zu empfehlen, da hierbei die Genauigkeit der Wirkung durch die Wandelbarkeit des Gewindes sehr beeinträchtigt wird. Dagegen ist folgende Einrichtung, welche man in Fig. 6 bis 12 (Taf. 100) abgebildet sieht,

sehr zweckmäßig und brauchbar. Der Körper a b c d besteht aus Ebenholz oder Elfenbein, und gleicht an Gestalt ungefähr einer gewöhnlichen Federmesser-Schale, was die Tragbarkeit begünstigt. An dem einen Ende ist ein weiter, länglich viereckiger Ausschnitt e (Fig. 7) angebracht, welcher unten durch die mittelst der Schraube f befestigte Messingplatte g (Fig. 8, 9, 10) geschlossen wird, oben hingegen offen bleibt. Auf der erwähnten messingenen Platte ist die (vorhin beschriebene) Unterlage h mittelst zweier Schrauben befestigt. k ist ein messingener Deckel, welcher durch ein Gewinde mit der Unterlage zusammenhängt, und auf- und zugeklappt werden kann. Fig. 6 zeigt das Instrument mit niedergelassenem Deckel, wie es zur Zeit des Nichtgebrauches aufbewahrt wird. Fig. 7 ist der Grundriß, Fig. 8 der Aufriß des geöffneten Federschneiders; Fig. 9 die Endansicht von Fig. 8; Fig. 10 ein Durchschnitt nach der Linie AB von Fig. 7; Fig. 11 die Unterlage mit dem Deckel allein, im Grund- und Aufrisse.

Die Verbindung des Deckels mit der Unterlage ist auf folgende Weise bewerkstelligt. Der Deckel k besitzt am untern Ende zwei winkelrecht an denselben angesetzte Lappen (vergl. Fig. 8, 10, 11), welche die Unterlage von beiden Seiten umfassen, indem sie den Raum zwischen ihr und den Seitenwänden a, d ausfüllen. Ein runder stählerner Stift m (Fig. 11) ist durch die Lappen und die Unterlage gesteckt, und bildet das Gewinde.

Auf der Innenseite des Deckels k befindet sich das Messer. Es besteht aus einer aufgeschraubten Stahlplatte l mit der winkelförmigen Schneide, und aus der innerhalb letzterer befindlichen, sehr scharfschneidigen Zunge i, deren Befestigung gleichfalls mittelst einer Schraube bewerkstelligt ist. Man sieht am besten aus Fig. 11, auf welche Art das Messer, beim Umklappen des Deckels k, über den Rand der Unterlage h herabtritt, nach deren Gestalt die Schneide von l geformt ist.

Um von dem Instrumente Gebrauch zu machen, wird der Deckel k halb (d. h. weniger als in Fig. 8) aufgehoben; durch den halbrunden Ausschnitt desselben, welchen man in Fig. 6, 9, 10 bei h bemerkt, die Feder eingeschoben, bis sie richtig auf der Unterlage h liegt; dann der Deckel herabgelassen und etwas fest niedergedrückt; endlich die Feder wieder herausgezogen.

Es ist schon erwähnt worden, daß die Feder vorläufig mit dem gebräuchlichen langen Ausschnitte versehen seyn, und nach dem Schneiden noch die Spitze abgestutzt werden muß. Zur Verfertigung des Ausschnittes dient eine gewöhnliche Federmesserklinge, welche in einer Höhlung des Körpers a b c d verborgen ist, und mittelst des (in dem Schlitze q laufenden) Knöpfchens s (Fig. 6, 7, 8) herausgeschoben wird. Man sieht in Fig. 6 diese Klinge t zur Hälfte hervorragend.

Den kleinen Apparat zum Abstutzen der Spitze nach dem Schneiden stellt Fig. 12 im Grund- und Aufrisse vor. In einer besondern Vertiefung des elfenbeinernen Körpers wird mittelst etwas Kitt das schmale Messingplättchen o p befestigt, mit welchem bei o eine dünne, gerade Stahlfeder zusammengenietet ist. Letztere trägt den abgerundeten Kopf n, welcher als der einzige hervorragende Theil in Fig. 6, 7, 8 sichtbar, und bei r (Fig. 12) mit einem kleinen scharfen Messerchen versehen ist. Bringt man die Federspitze zwischen r und p, und drückt auf n mit dem Daumen der Hand, in welcher man das Instrument hält, so ist im Augenblicke die Absicht erreicht.

K. Karmarsch.

Feile.

Unter allen Werkzeugen zur Bearbeitung der Metalle findet kein einziges eine so ausgedehnte, ja allgemeine Anwendung, als die Feile. Fast alle Gegenstände, welche durch Gießen, Schmieden &c., aus Metall dargestellt sind, und einer fernern Ausbildung ihrer Form bedürfen, erhalten dieselbe durch Befeilen; und selbst andere Stoffe, wie Knochen, Elfenbein, Horn, Perlmutter, und zum Theile selbst die härteren Holzarten, werden häufig auf gleiche Weise ausgearbeitet. Die Feile ist im Allgemeinen ein Stück Stahl, dessen durch Kunst rauh gemachte Oberfläche mehr oder weniger feine Späne (Feilspäne, Feilicht) abreibt oder abstoßt, wenn man sie mit angemessenem Drucke über das zu bearbeitende Material hinführt.

Die Rauhigkeit der Feilen entsteht in der Regel durch Einschnitte, welche auf ihrer Oberfläche mittelst des Meißels hervorgebracht sind, und der Hieb genannt werden. An einigen Fei-

len (welche man **einhiebige** nennt) sind die Einschnitte jeder Fläche nur nach Einer Richtung, und parallel mit einander, gestellt; bei den meisten aber laufen sie nach zwei sich durchkreuzenden Richtungen, wo dann die zuerst verfertigten Einschnitte mit dem Nahmen **Grundhieb** oder **Unterhieb**, die hierauf über Kreuz gemachten aber mit dem Nahmen **Kreuzhieb** oder **Oberhieb** bezeichnet werden. Man unterscheidet den Kreuzhieb von dem Grundhiebe leicht dadurch, daß die Einschnitte des erstern ganz offen, die des Grundhiebes dagegen zum Theile wieder zusammengedrückt oder geschlossen sind, was eine natürliche Folge von dem Drucke des Meißels bei der Bildung des Kreuzhiebes ist. Versucht man daher die Spitze eines Federmessers oder eines andern dünnen Werkzeuges in einem Einschnitte der Feile fortzuführen, so geht dieß beim Kreuzhiebe viel leichter und mit geringerem Widerstande von Statten, als beim Grundhiebe.

Die Einschnitte des Ober- sowohl als des Unterhiebes sind gegen die Oberfläche der Feile schräg, so, daß ihr vergrößertes Profil das Ansehen von Fig. 1 (Taf. 98) gewährt. Die Stellung der Spitzen a, a, a weiset zugleich die durch den Pfeil bezeichnete Richtung an, in welcher die Feile beim Gebrauche bewegt werden muß, um zu wirken. Im Zurückziehen nach der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung findet kein Angreifen, kein Abstoßen von Spänen Statt. Dabei ist jedes Mahl A die Seite des Heftes, B die der Spitze oder dem freien Ende der Feile zugekehrte Seite. Indem (Fig. 2) die Einschnitte a b des Grundhiebes und jene, a c, des Kreuzhiebes sich durchschneiden, werden kleine rautenförmige Zähne gebildet, welche die ganze Fläche dicht bedecken, und einen ihrer stumpfen Winkel der Seite B zukehren, nach welcher die Bewegung der Feile beim Gebrauche gerichtet ist. Dieser Winkel, welcher die angreifende Spitze des Zahnes bildet, ist (um den nöthigen Widerstand gegen das Ausspringen oder Abbrechen leisten zu können) jederzeit größer als ein Rechter, gewöhnlich zwischen 110 und 130 Grad. Die Neigung der Einschnitte gegen die Achse A B der Feile (von welcher jener Winkel abhängt) ist eine andere für den Grundhieb als für den Kreuzhieb. Wenn man nämlich (Fig. 3) wieder mit A B die Achse oder Mittellinie der Feile, mit a b die Richtung des Grund-

hiebes und mit a c jene des Kreuzhiebes bezeichnet, so ist der Winkel y stets kleiner als x. Der wesentliche Vortheil, welcher hierdurch gewonnen wird, liegt darin, daß die Zähne nicht in geraden Reihen (wie es bei gleicher Neigung des Unter- und Oberhiebes der Fall seyn würde) hinter einander stehen, folglich die Wirkung der Feile gleichmäßiger auf die ganze Fläche des bearbeiteten Metallstücks sich vertheilt. Um dieß deutlich zu finden, vergleiche man die mit 1, 2, 3 u. s. w. numerirte Reihe von Zähnen mit jener eben so bezeichneten in Fig. 4, bei welcher letztern x und y gleich groß genommen sind. Die Winkel x und y sind zusammen gleich dem Winkel, unter welchem Grundhieb und Kreuzhieb sich durchschneiden, oder dem Winkel an der angreifenden Spitze der Zähne. Durch Messung bei einer Anzahl sehr verschiedener Feilen habe ich nachstehende Resultate gefunden, wonach für y 52 Grad und für x 70 Grad als Durchschnittsgröße folgt.

	Benennung der Feilen.	Neigung d. Grundhiebes gegen die Achse (Winkel y)	Neigung des Kreuzhiebes gegen die Achse (Winkel x)	Winkel an d. wirksamen Spitze der Zähne (x + y).
Deutsche Feilen	Armfeile, 13 Zoll lang (4pfündig)	52 Grad	61 Grad	113 Grad
	Flache Strohfeile, 13" . . .	50 »	68 »	118 »
	Halbrunde detto 14" . . .	55 »	76 »	131 »
Englische Feilen	Armfeile, 13" (4pfündig) . .	54 »	60 »	114 »
	Flache Bastardfeile, 14" . . .	56 »	65 »	121 »
	Ebensolche, 11"	48 »	76 »	124 »
	Ebensolche, 6½"	54 »	63 »	117 »
	Ebensolche, 5½"	62 »	68 »	130 »
	Ebeusolche, 3"	46 »	67 »	113 »
	Flache Schlichtfeile, 14" . . .	54 »	67 »	121 »
	Ebensolche, 11"	56 »	76 »	132 »
	Ebensolche, 6½"	56 »	61 »	117 »
	Ebensolche, 3"	38 »	63 »	101 »
	Spitzflache Bastardfeile, 4" . .	52 »	76 »	128 »
	Messerfeile, Bastard, 4" . . .	48 »	75 »	123 »
	Halbrunde Bastardfeile, 6" . .	44 »	62 »	106 »
	Flache Uhrmacherfeile, Bastard, 4"	53 »	77 »	130 »
	Wälzfeile, Bastard, 4" . . .	51 »	80 »	131 »
Schweizer Uhrmacherf.	Flache Feile, Bastard, 5" . .	60 »	74 »	134 »
	Ebensolche, Halb-Schlicht, 5" .	45 »	78 »	123 »
	Ebensolche, Schlicht, 5" . . .	57 »	73 »	130 »

Es kann im Allgemeinen angenommen werden, daß der Winkel an der wirksamen Spitze der Zähne, oder x + y (wofür sich aus der Tabelle als Mittelwerth 122 Grad ergibt) desto kleiner seyn darf, je feiner die Feile ist, weil die Zähne bei geringerer Größe weniger Widerstand erleiden, und der Gefahr einer Beschädigung folglich nicht so sehr unterliegen. Indessen findet man nicht, daß dieser Umstand bei der Verfertigung der Feilen wirklich berücksichtigt wird.

Die Art, wie die Feilen beim Gebrauche geführt werden, ist einfach. Mit der rechten Hand wird das Heft angefaßt; auf die Spitze der Feile legt man, wenn letztere nicht außerordentlich kurz ist, die Finger oder den Ballen der linken Hand, und so wird das Werkzeug über das im Schraubstocke befestigte Arbeitstück horizotal vor- und rückwärts gezogen, indem man zugleich damit allmählich nach der Breite fortrückt (in so fern nämlich die Größe der befeilten Fläche dieß erfordert), und einen steten Druck nach der rechten Seite anwendet, damit nicht die Feile, der Richtung des Kreuzhiebes nachlaufend, von selbst links gehe, wodurch das regelmäßige Angreifen der Zähne verhindert würde. Da Personen, welche links arbeiten (und folglich die Feile mit der linken Hand am Hefte fassen) es bequemer finden, den erwähnten Druck nach der linken Seite auszuüben, so werden für solche zuweilen linke Feilen verfertigt, bei welchen der Grundhieb die Richtung a c hat, und a b der Kreuzhieb ist (Fig. 2, Taf. 98). Die Hände bringen jederzeit bei der Führung der Feile einen angemessenen vertikalen Druck derselben gegen die Arbeit hervor; dieser Druck wird aber nur ausgeübt, während man die Feile vorwärts stößt, weil nach dieser Richtung allein die Zähne angreifen; beim Zurückziehen läßt man das Werkzeug bloß durch sein Gewicht aufruhen, und leicht über die gefeilte Fläche weggleiten. Im Anfange der Arbeit werden, um dieselbe zu beschleunigen, gröbere Feilen angewendet, zur Vollendung aber allmählich feinere, welche die Spuren der ersteren vertilgen, und der Oberfläche mehr Glätte ertheilen. Daher beginnt die Bearbeitung eines ganz großen Metallstücks mit der sogenannten Armfeile, hierauf aber werden die Strohfeile, Vorfeile

und Schlichtfeile, von der Reihe nach zunehmender Feinheit, angewendet. Bei weniger großen Gegenständen macht man sogleich mit Strohfeilen, bei kleinen selbst mit der Vorfeile den Anfang. Nach der neuen, scharfen Schlichtfeile läßt man zur Vollendung eine ähnliche, schon abgenutzte folgen, welche weniger stark angreift, und die gröberen Striche der vorhergehenden wegnimmt. Auf Eisen und Stahl (nicht auf Messing) werden die Schlichtfeilen mit Öhl gebraucht, welches mit den feinen Feilspänen eine Art Paste bildet, die Einschnitte des Hiebes zum Theile verstopft, und nur die äußersten Spitzen der Zähne angreifen läßt, so, daß auf diese Weise keine groben und tiefen Risse in dem Metalle entstehen. Zugleich wird durch das Öhl die Festsetzung gröberer Späne an den Zähnen der Feile verhindert, welche beim Messing nicht so leicht eintritt, weßwegen auch bei diesem letztern Metalle das Öhl entbehrlich ist.

Gefeilte Gegenstände überhaupt sollen glatte und ebene Flächen, gerade und scharfe (nicht abgerundete) Kanten und einen regelmäßigen Feilstrich besitzen. Der letztere muß aus gleichmäßig starken, geraden und unter sich parallelen Linien bestehen, und man liebt es, daß derselbe nach der Länge des Arbeitsstückes, also nicht über quer oder gar schräg laufe. Alle genannten Bedingungen im vollkommensten Grade, besonders bei Flächen von größerem Umfange zu erfüllen, ist keine der leichtesten Aufgaben für den Metallarbeiter, und ein guter Feiler zu seyn, demnach eine eben so verdienstliche als geschätzte Eigenschaft. Man legt beim Befeilen einer größern Fläche die Feile abwechselnd in gerader Richtung, dann nach der einen und endlich nach der andern Diagonale auf, prüft auch von Zeit zu Zeit durch Anlegung eines sehr geraden Lineals die Ebene der Fläche, so wie mit dem Winkelmaße den rechten Winkel der Kanten. Das Lineal muß, indem es mit der Kante nach verschiedenen Richtungen auf die Arbeit gestellt wird, keinen Lichtstrahl zwischen sich und der gefeilten Fläche durchlassen, und die zu hoch stehenden Theile müssen so lange abgefeilt werden, bis endlich jenes Ziel erreicht ist. Eine geradlinige Kante der Feile dient oft, bei flüchtigerer Arbeit, statt des Lineals. In Fällen, wo sehr große Genauigkeit erfordert

wird, ist folgendes Verfahren zu empfehlen. Man trägt auf eine Platte, von deren Ebene man vollkommen überzeugt ist (z. B. eine polirte Spiegelglastafel) fein geschlämmten, mit Baumöhl angeriebenen rothen Ocher sehr dünn und gleichförmig auf, legt das Arbeitsstück mit der gefeilten Oberfläche auf diesen Anstrich, und schiebt es einige Mahle hin und her. So lange noch Unebenheiten vorhanden sind, werden sich die höheren Stellen allein roth färben, und man darf nicht eher ruhen, als bis bei der angezeigten Probe die ganze Fläche gleichmäßig Farbe annimmt. Auf sehr schmale und verhältnißmäßig lange Flächen, welche befeilt werden sollen, legt man die Feile stets schräg, wodurch eine größere Berührungsfläche, folglich mehr Sicherheit des Geradefeilens erlangt wird. Bei Blech, welches auf der Kante abgefeilt werden muß, ist die angeführte Haltung der Feile außerdem auch dadurch von Nutzen, daß sie das Zittern oder Dröhnen verhindert, welches entstehen würde, wenn die Feilstöße unter rechtem Winkel Statt fänden. Um lange und schmale Gegenstände abzuziehen oder zu glätten, legt man öfters die Feile quer über dieselben, und führt sie der Länge des Stückes nach hin und her, wobei indessen die Zähne des Hiebes von der Seite, folglich nur unvollkommen, angreifen. Da eine Feile regelmäßig nicht anders als in horizontaler Richtung geführt wird, so ist es nöthig, das Arbeitsstück jedes Mahl umzuspannen, d. h. seine Lage im Schraubstocke zu ändern, wenn die Bearbeitung einer neuen Fläche begonnen werden soll, welche dabei immer oben auf, wagrecht zu liegen kommen muß. Etwas abweichend ist natürlich die Führung der Feile bei Gegenständen mit krummen Oberflächen, wo sie allerdings mancherlei angemessene Wendungen machen muß. Stücke, welche zu klein für den Schraubstock sind, klemmt man in einen Feil- oder Stielkloben (s. Art.: Feilkloben), der mit Leichtigkeit in der linken Hand gehalten, auch auf erforderliche Weise gedreht werden kann, während mit der Rechten die Feile bewegt wird. Selten werden kleine Arbeitsstücke, während man sie mit der Hand hält, auf einer festliegenden breiten Feile herumgeführt. Runde Gegenstände läßt man manchmahl auf der Drehbank mit der Feile ablaufen, d. h. man hält

letztere, während die Arbeit in Umdrehung begriffen ist, fest gegen dieselbe.

Durch den Gebrauch verstopft sich der Hieb der Feilen mehr oder weniger mit Spänen, welche man von Zeit zu Zeit mittelst einer Kratzbürste von Eisendraht, wohl auch mittelst eines zugespitzten Drahtes oder eines Blechstreifens, so viel als möglich herausputzt. Ist Öhl beim Feilen gebraucht worden und nachher sammt den Spänen eingetrocknet, so ist es nöthig, die Feile zu erwärmen und mit einer sehr steifen Bürste von Schweinsborsten zu reiben. Feilen, welche schon sehr stark verstopft, überdieß auch an den Spitzen der Zähne abgenutzt sind, und deßhalb alle Schärfe verloren haben, können in gewissem Grade wieder hergestellt und brauchbar gemacht werden, wenn man sie in eine Mischung aus Salpetersäure und Wasser oder in verdünnte Schwefelsäure stellt, sorgfältig mit reinem Wasser wieder abwäscht und trocknet. Dabei wirkt die Säure wahrscheinlich nicht nur durch Auflösung der Feilspäne, sondern auch des Glühspans, welcher etwa auf dem Grunde des Hiebes sitzt.

Die Eigenschaften, welche von einer guten Feile gefordert werden, sind folgende: a) Gehörige Härte, um der Abnutzung möglichst lange zu widerstehen. Die Feilen bestehen deßhalb in der Regel aus Stahl, sind gehärtet und nach dem Härten nicht wieder nachgelassen. Die ganz großen Armfeilen haben zuweilen einen Kern von Eisen, welcher rundum mit aufgeschweißtem Stahle bedeckt ist. In England ist man neuerlich so weit gegangen, dieselben ganz von Eisen zu verfertigen, und bloß auf den Flächen mit gewalzten Stahlblechen zu belegen, welche den Hieb enthalten und mit Schnellloth aufgelöthet sind, daher durch gelindes Erhitzen losgemacht und durch neue ersetzt werden können, wenn sie stumpf geworden sind. Völlig aus geschmiedetem Eisen sind nur manchmahl die kleinen Feilen verfertigt, derer sich die Gold- und Silberarbeiter unter dem Nahmen Nadelfeilen bedienen, und von welchen gegen das Ende dieses Artikels noch die Rede seyn wird. Erwähnung verdienen endlich die gußeisernen Feilen, die man in manchen Eisengießereien der Ersparniß we-

gen gebraucht, um die Gußnähte von den gegossenen Stücken abzunehmen. — b) Richtige Form. Die Feilen sollen vollkommen die dem Zwecke ihres Gebrauches angemessene Form besitzen, und frei seyn von jeder nicht beabsichtigten Krümmung, welche z. B. durch Werfen oder Ziehen beim Härten entstanden seyn kann. Man erkennt leicht, indem man der Länge nach über die Feile hinsieht, ob sie gerade ist oder nicht. — c) Reinheit des Stahls. Abwesenheit von Sprüngen, so wie von unganzen oder zunderigen Stellen, welche sich durch schwarze Flecken und Streifen zu erkennen geben. — d) Hinreichende Tiefe, so wie Regelmäßigkeit und Gleichheit des Hiebes. Jeder zu tiefe Einschnitt erzeugt gröbere, mehr hervorragende Zähne, welche in der Arbeit einzelne tiefere und stärkere Risse veranlassen. — e) Hellgraue Farbe. Ein schwarzes oder überhaupt sehr dunkles Ansehen der Feile beweiset, daß Zunder auf den Zähnen sitzt, welcher beim Gebrauche sehr bald abspringt, wodurch ein großer Theil der Schärfe verloren geht. Unter übrigens gleichen Umständen kann demnach die praktische Regel gelten, welche eine Feile für desto besser erklärt, je heller von Farbe dieselbe ist.

Die Mannigfaltigkeit der Gegenstände, welche mit der Feile bearbeitet werden, macht eine große Verschiedenheit unter den Feilen selbst nöthig, welche sich theils auf die Größe, theils auf die Feinheit, theils auf die Form bezieht.

Die größten Feilen haben eine Länge von 18 bis 24 Zoll; die kleinsten, welche zu manchen feinen Arbeiten der Uhrmacher dienen, sind kaum einen Zoll lang. Zwischen diesen Extremen liegen viele Abstufungen, welche jederzeit so gewählt werden, wie es die Größe der Arbeitsstücke erfordert. Eine große Feile zur Bearbeitung eines sehr kleinen Gegenstandes gebraucht, würde eben so unzweckmäßig seyn, als das Gegentheil. Bei der Angabe der Länge einer Feile berücksichtigt man stets nur jenen Theil, welchen der Hieb einnimmt; die Angel und das ihr zunächst liegende kurze ungehauene Stück wird nicht mit gemessen.

Die Abstufungen der Feinheit schätzt man nach der Feinheit der einzelnen Einschnitte und nach der Menge von Einschnitten

auf einem bestimmten Raume. Die Verschiedenheit der Feilen in dieser Beziehung ist außerordentlich groß; um einiger Maßen eine Bezeichnung für die Grade der Feinheit zu haben, unterscheidet man gewöhnlich drei Arten von Hieb: 1) groben Hieb (englisch: Rough); 2) Mittelhieb (Bastard); 3) feinen Hieb (Smooth). Die größten Feilen mit grobem Hiebe sind die Armfeilen und die Strohfeilen, welche letzteren so heißen, weil sie in Stroh verpackt in den Handel kommen. Die Feilen mit Mittelhieb werden gewöhnlich Bastardfeilen, auch Vorfeilen, die mit feinem Hiebe Schlichtfeilen genannt. Öfters wird (z. B. bei den Uhrmacherfeilen) noch eine vierte Sorte hinzugefügt, welche den Nahmen Fein Schlicht (Superfine) erhält; oder man benennt dieselbe Schlicht (Smooth) und dagegen die dritte Sorte Halbschlicht (Second cut). Diese Bezeichnungen müssen durchaus mit Hinsicht auf die Größe der Feilen verstanden werden, wenn man sich einen richtigen Begriff von dem machen will, was sie ausdrücken. Die Feinheit des Hiebes nimmt (weil man von kleinen Arbeitsstücken in der Regel mehr Glätte der Oberfläche verlangt) mit abnehmender Größe der Feilen überhaupt zu, aber die Nahmen der Sorten bleiben. Der Hieb einer 12- oder 15zölligen Schlichtfeile ist daher viel gröber als der einer drei oder vier Mahl kürzern Schlichtfeile, und würde selbst noch zu grob seyn für eine Bastardfeile von 3 oder 4 Zoll. Die zu feinen Arbeiten bestimmten Uhrmacherfeilen haben selbst bei gleicher Größe einen feinern Hieb als gewöhnliche Feilen, und werden dennoch ebenfalls nach den oben genannten Sorten abgetheilt. Die einfachste Methode, die Feinheit eines Feilenhiebes mit Bestimmtheit auszudrücken, besteht in der Angabe, wie viel Einschnitte auf dem Raume eines Zolles sich befinden. Hiernach sind die in der folgenden Tafel angeführten Beispiele zu verstehen. Die Zahlen gelten von dem Kreuzhiebe; die Einschnitte des Grundhiebes sind gewöhnlich ein wenig weiter von einander entfernt.

Benennung der Feilen.	Einschnitte auf 1 Zoll (in der Richtung der Achse der Feile gemessen).
Deutsche Armfeile, 13 Zoll (4pfündig)	12
» halbrunde Strohfeile, 14 Zoll	16
» flache » 13″	20
» » » 8″	20
Englische Armfeile, 13″ (4pfündig)	21
» flache Feile, Bastard, 14″	24
» » » » 11″	27
» » » » 6½″	32
» halbrunde » 6″	47
» flache » » 5½″	48
» Messerfeile » 4″	73
» flache Feile » 3″	78
» » » Schlicht 14″	40
» » » » 11″	59
» » » » 6½″	69
» Messerfeile » 4″	119
» flache Feile » 3″	118
» flache Uhrmacher-Feile, Bastard, 4″ . .	96
» » » » Schlicht, 4″ . .	124
» halbrunde » » Bastard, 1½″ .	144
» » » » Schlicht, 1½″ .	222
Schweizer flache Uhrmacher-Feile, Bastard, 5″ . .	49
» » » Halb Schlicht 5″ .	64
» » » Schlicht, 5″ . .	160
» » » Schlicht, 1″ . .	200
» Zapfenfeile, 2″	250

Aus diesen Angaben kann man sich einen Begriff machen, zu welcher Höhe oft die Anzahl sämmtlicher Einschnitte auf einer Feile steigt. Wenn man z. B. bei den flachen Feilen den Hieb auf der einen schmalen Seite nicht, sondern nur Grund- und Kreuzhieb auf den zwei breiten Flächen berücksichtigt, so enthält die angeführte fünfzöllige schweizerische Schlichtfeile nicht weniger als ungefähr $160 \times 5 \times 4 = 3200$, und die 2 Zoll lange Zapfenfeile $250 \times 2 \times 4 = 2000$ Einschnitte.

Was die Form der Feilen betrifft, so sind die meisten spitzig, d. h. sie verjüngen sich von der Angel aus gegen das vordere Ende hin, welches eine mehr oder weniger scharfe Spitze bildet; einige Arten aber sind durchaus von gleicher oder nur wenig verminderter Breite. Die Flächen der Feilen sind (der Länge nach betrachtet) theils gerade, theils bauchig; das letztere ist bei allen Feilen der Fall, deren gewöhnlichste Bestimmung darin besteht, eine ebene Fläche von einiger Ausdehnung zu bearbeiten. Die unter deu Arbeitern ziemlich verbeitete Behauptung, daß bei Anwendung einer ganz geraden Feile die gefeilten Flächen konvex ausfallen, und daß die bauchige Gestalt zur Erhaltung ebener Flächen nothwendig sey, hat vollkommenen Grund, wenn man diejenigen Fälle ausnimmt, wo besondere Übung eine Person in den Stand setzt, auch mit einer Feile ohne Bauch richtig zu arbeiten. Man denke sich a (Fig. 5, Taf. 98) als ein Metallstück, dessen obere Fläche mittelst der Feile b c geebnet werden soll. Wenn die rechte Hand in c, die linke in b die Feile abwärts drückt, so kann das Werkzeug als ein zweiarmiger Hebel betrachtet werden, der in a seine Unterstützung hat, und jeden Augenblick die Länge seiner Arme verändert. Indem man nämlich die Feile in der Richtung des Pfeils fortschiebt, wird der Hebelarm a b länger und a c kürzer, bis das Ganze die Stellung von Fig. 6 angenommen hat, und man die Feilen zurückzuziehen beginnt. In Fig. 5 hat die Kraft an dem Ende c das Übergewicht, strebt die Feile hier herabzudrücken, und letztere wird demnach die Kante 1 der Arbeit a wegnehmen. Bei dem Übergange in die Stellung Fig. 6 ist die größere Kraft auf der Seite b, folglich sinkt die Feile hier, und rundet die Kante 2 ab. Somit wird die Fläche 1, 2 eine konvexe Krümmung erhalten müssen, weil sie niemahls in ihrer ganzen Ausdehnung von 1 bis 2 zugleich durch die Feile berührt wird, letztere vielmehr in einem Bogen wie x y (Fig. 5) sich wendet. Diesem nicht beabsichtigten Erfolge kann allerdings dadurch vorgebeugt werden, daß der Arbeiter den Druck auf die beiden Enden der Feile in jedem Augenblicke gehörig regulirt, mit anderen Worten, die Feile unwandelbar in horizontaler Lage erhält; allein eine so feste Führung des Werkzeuges ist sehr schwer zu erlangen. Bei kleiner Arbeit geht es

wohl an, die Feile mit ihrer Mitte aufzulegen und nur in kurzen Zügen zu bewegen, damit die frei gehaltenen Enden einander niemahls an Länge zu ungleich werden; allein die Anwendung dieses Verfahrens ist zu beschränkt, und verdirbt die Feilen (deren mittlerer Theil mehr abgenutzt wird, als die Enden) für andern Gebrauch. Die bauchige Gestalt der Feilen ist dagegen ein einfaches Mittel, wenn nicht zur gänzlichen Abhülfe, doch zu bedeutender Verminderung des Fehlers, indem die Konvexität der Feile jener des Bogens, in welchem sie unwillkürlich geführt wird, entgegengesetzt ist, folglich dieselbe aufhebt. Es hängt hiermit genau zusammen, daß Personen, welche sich eine so feste Haltung der Feile angewöhnt haben, daß die Oberfläche der letztern stets die befeilte Metallfläche in ihrer ganzen Ausdehnung berührt, mit bauchigen Feilen leicht hohle Flächen erzeugen, indem unwissentlich der Feile eine Bewegung nach einem Bogen ertheilt wird, welcher der Krümmung ihres Bauches entspricht.

Sehr mannichfaltig, und die Hauptquelle der vielen Verschiedenheiten ist die Gestalt des Querschnitts der Feilen, wonach sie zum Theile ihre Nahmen erhalten. Die Arten der Feilen, welche, als den meisten Metallarbeiter-Werkstätten gemeinschaftlich, hier zuerst angeführt werden, sind die viereckigen und flachen, die Messerfeilen, Gabelfeilen, Einstreichfeilen, dreieckigen halbrunden, Vogelzungen und runden Feilen. Von allen diesen Sorten kommen Bastard- und Schlichtfeilen in verschiedener Größe (von 3 Zoll bis höchstens 14 oder 16 Zoll) vor; Strohfeilen sind nur von flacher, dreieckiger, halbrunder und runder Form, und in vier Abstufungen der Länge (von 8 bis 14 oder 16 Zoll) gebräuchlich.

1) Viereckige Feilen, deren Querschnitt ein Quadrat ist. Hierzu gehören die größten und gröbsten von allen Feilen, nämlich die Armfeilen (Taf. 98, Fig. 7)*), welche eine Länge von 12 bis 24 Zoll und ein Gewicht von 2 bis 10, zuweilen selbst 15 bis 18 Pfund besitzen. Alle ihre vier Flächen

*) In den Abbildungen, welche die Durchschnitte der Feilen vorstellen, ist zur Erleichterung des Verstehens die Regel beobachtet, daß durch den Mangel der Einfassungslinie jene Flächen angedeutet werden, welche glatt und mit keinem Hiebe versehen sind.

sind stark bauchig, und die Feile läuft nach beiden Enden spitzig aus. Die größte Dicke (am mittlern Theile) ist ungefähr gleich dem zehnten Theile der Länge, wenn man diese nur so weit mißt, als der Hieb reicht. Das eine Ende steckt in dem hölzernen Hefte, auf das andere wird bei der Arbeit die ganze linke Hand gelegt. Da die Armfeilen stets nur zur ersten Ausarbeitung größerer Gegenstände dienen, so unterscheidet man bei denselben, ungeachtet sie an Feinheit etwas von einander verschieden sind, nicht mehrere bestimmte Sorten des Hiebes. — Kleinere viereckige Feilen kommen nicht häufig vor; man bedient sich ihrer zum Ausarbeiten viereckiger Öffnungen u. dgl., und hat sie bis zur Länge von 3 Zoll herab, Bastard und Schlicht. Sie sind jederzeit spitz. Alle vier Flächen sind wie bei den Armfeilen, mit Grund- und Kreuzhieb versehen, und bauchig, jedoch so, daß die Verjüngung nach der Spitze zu stärker ist, als gegen die Angel. Die größte Dicke ist = $1/_{30}$ bis $1/_{24}$ der Länge.

2) Flache Feilen, mehr breit als dick, so, daß der Durchschnitt ein Rechteck bildet. Sie zerfallen in zwei Hauptarten, je nachdem sie am Ende spitz oder breit sind. Zu den spitzflachen Feilen gehören die sehr allgemein gebräuchlichen flachen Strohfeilen. Bastard- und Schlichtfeilen von dieser Form finden weniger häufige Anwendung. Die spitzflachen Feilen im Allgemeinen sind auf allen vier Flächen bauchig, doch auf den schmalen viel mehr als auf den breiten (s. Fig. 8); bei den großen Sorten ist die Dicke sowohl als die Breite in der Mitte der Länge am beträchtlichsten; die kleineren sind meistentheils zunächst an der Angel am stärksten (Fig. 9). Die größte Breite beträgt $1/_{12}$ bis $1/_{9}$ der Länge und das Zwei- bis Sechsfache der größten Dicke; je länger die Feile, desto bedeutender ist verhältnißmäßig ihre Dicke. Die breiten Flächen haben Grund- und Kreuzhieb, die schmalen, welche fast nie gebraucht werden, oft nur einen einfachen Hieb; eine der letzteren ist manchmahl ganz ohne Hieb.

Diejenigen flachen Feilen, welcher man sich am öftersten überhaupt, und insbesondere bei Ausarbeitung ebener Flächen bedient, haben ihrer ganzen Länge nach fast einerlei Breite, indem von der Mitte aus nur eine unbedeutende (öfters auch gar keine)

Verjüngung gegen die Angel und das Ende hin Statt findet. Beträchtlicher ist der Bauch auf den breiten Flächen (s. Fig. 10). Eine der schmalen Seiten ist sehr oft nur mit einfachem Hiebe versehen, die zweite aber stets ungehauen und glatt, damit eine Metallfläche, an welcher man die Feile seitwärts herführt, nicht von ihr beschädigt werden kann. Wenn z. B. in Fig. 11 an dem Stücke A ein Absatz a b d ausgearbeitet werden soll, so legt man die Feile c mit der glatten Seite an die senkrechte Fläche a b, um letztere zu schonen, während die horizontale Fläche b d abgefeilt wird. Darum heißen diese Feilen nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche Ansatzfeilen. Die Breite derselben beträgt den zehnten bis neunten Theil ihrer Länge, und stets nahe das Vierfache der größten Dicke.

Die Platinenfeile der Uhrmacher ist eine große (12 Zoll lange und 2 Zoll breite) Ansatzfeile zum Abfeilen großer Flächen, vorzüglich der Uhrböden oder Platinen. Die Feilen dieser Art, welche aus der Schweiz kommen, haben ganz ebene Flächen und überall gleiche Breite und Dicke. — Flache Feilen mit grobem einfachem Hiebe (ohne Kreuzhieb) werden zur Bearbeitung des Zinns und Bleies gebraucht (Zinnfeilen), weil diese Metalle den doppelten Hieb einer gewöhnlichen Feile zu schnell verstopfen.

3) Messerfeilen, so genannt von ihrer messerähnlichen Gestalt (Fig. 12 und 13). Man gebraucht sie zur Verfertigung keilförmiger oder schwalbenschweifartiger Einschnitte u. dgl. An einigen ist die schmale Kante oder Schneide b geradlinig (wie Fig. 12), bei anderen ist dieselbe gekrümmt (wie Fig. 13). Übrigens sind sie alle zunächst der Angel am dicksten, und laufen von hier nach der Spitze dünner zu. Die größte Breite beträgt $^1/_{10}$ bis $^1/_8$ der Länge; die größte Dicke ist $^1/_4$ der größten Breite. Die zwei breiten Flächen besitzen Grund- und Kreuzhieb; auf den Rücken a und die Schneide b ist nur ein einfacher Hieb der Quere nach gesetzt,

4) Gabelfeilen. Dieß sind spitzflache Feilen von der Form Fig. 9, deren einzige Eigenthümlichkeit darin besteht, daß eine ihrer schmalen Flächen, und oft auch die zweite, abgerundet ist (s. Fig. 14, 15). Von den Silberarbeitern und Messerschmieden werden sie gebraucht, um die Räume zwischen den drei oder

vier Zacken einer Gabel auszufeilen, daher der Nahme; übrigens dienen sie auch für allerlei andere Einschnitte, deren Ende rund ausfallen soll. Der Gebrauch, welcher von ihnen gemacht wird, ist aber eben so beschränkt, wie jener der Messerfeilen.

5) Einstreichfeilen (Fig. 16). Zur Bildung schmaler Einschnitte, z. B. in Schraubenköpfen bestimmt, daher sie auch Schraubenkopf-Feilen heißen. Ihre Gestalt im Durchschnitte ist die eines sehr stark verschobenen Vierecks, an welchem die beiden spitzen Winkel abgestumpft sind. Der Hieb auf den hierdurch entstehenden äußerst schmalen Flächen besteht aus kleinen, der Quere nach laufenden Einschnitten; die vier breiten Flächen sind bald einfach, bald auch über Kreuz gehauen. Man findet diese Feilen nicht über 4 oder 5 Zoll lang; sie sind am Ende nur unbeträchtlich schmäler, als zunächst der Angel; die Breite ist = $^1/_8$ bis $^1/_6$ der Länge.

6) Dreieckige Feilen gehören zu den gewöhnlichsten Arten, indem man sie fast jedes Mahl nöthig hat, wenn spitzwinkelige Vertiefungen auszuarbeiten sind. Solche, deren Durchschnitt ein gleichschenkeliges Dreieck bildet (Fig. 17), sind beinahe gar nicht im Gebrauche; regelmäßig sind alle drei Flächen einander gleich. Jede derselben hat in der Nähe der Angel die größte Breite, und läuft am entgegengesetzten Ende in eine schlanke Spitze aus (Fig. 18). Die größte Breite beträgt $^1/_{16}$ bis $^1/_{12}$ der Länge. Eine Abart hiervon sind die Sägefeilen, zum Einfeilen und Schärfen der Zähne an den Sägeblättern bestimmt. Die Kanten einer gewöhnlichen dreieckigen Feile, auf welchen nur einzelne, durch das Zusammentreffen des Hiebes von den zwei benachbarten Flächen gebildete Zähnchen stehen, würden bei der genannten Arbeit zu schnell sich abstumpfen; man setzt daher bei den Sägefeilen an die Stelle der Kanten sehr schmale Flächen (a, a, a, Fig. 19), welche mit einfachen Einschnitten der Quere nach gehauen sind. Die breiten Flächen enthalten gewöhnlich, wie bei den übrigen dreieckigen Feilen, sowohl Grund- als Kreuzhieb; doch kommen auch Sägefeilen mit einfachem Hiebe vor. Da die Spitze niemahls gebraucht wird, so sind die Sägefeilen oft abgestumpft, und von der Angel bis an

das Ende fast von gleichbleibender Dicke. Selten kommen Sägefeilen mit zwei Angeln vor, welche an jedem Ende ein Heft haben.

7) Halbrunde Feilen, mit zwei Flächen, von welchen die eine eben, die andere nach der Breite bogenförmig gekrümmt ist, so, daß die Gestalt des Durchschnittes ein Kreissegment (Fig. 20) darstellt. Bis auf den dritten Theil oder die Hälfte von der Angel aus sind diese Feilen gleich breit; weiterhin verjüngen sie sich in Breite und Dicke, und laufen in eine Spitze aus. Die größte Breite ist der zehnte oder wenigstens der zwölfte Theil der Länge; die Dicke beträgt ungefähr $^1/_3$ der Breite. Feilen, bei welchen die Dicke der halben Breite gleich kommt, und deren Durchschnitt also ein voller Halbkreis (wie Fig. 31) ist, gehören zu den Seltenheiten. Die flache Seite der halbrunden Feilen ist mit Grund- und Kreuzhieb auf die gewöhnliche Weise versehen; der Hieb auf der runden Seite aber weicht von jenem sehr bedeutend ab. Da es nämlich bei der Verfertigung zu schwierig seyn würde, die Einschnitte mit Einem Mahle über die ganze Breite der konvexen Fläche zu bilden, so wählt man das leichtere Mittel, kurze Einschnitte zu machen, welche in mehreren, nach der Länge der Feile laufenden Reihen neben einander gestellt sind, und ein gestreiftes Ansehen hervorbringen. Bei den weniger sorgfältig gearbeiteten deutschen Feilen, insbesondere den Strohfeilen, findet man in der Regel nur drei solche Reihen, wie Fig. 22 zeigt. In dieser Abbildung bezeichnen die feinen Linien die Einschnitte des Grundhiebes, welche weniger sichtbar sind; der Kreuzhieb dagegen ist ganz offen, und jeder Einschnitt desselben, wegen der Konvexität der Fläche in der Mitte am tiefsten und breitesten, verläuft sich feiner nach jedem Ende hin, was durch die abnehmende Dicke der Linien angezeigt wird. Um dieß deutlicher zu machen, ist bei a der Grundhieb weggelassen. An den englischen Feilen sind 6, 8, und bei den feinsten Sorten selbst 10 bis 12 Reihen von Einschnitten; zugleich ist der Grundhieb so gestellt, daß er zwischen die Reihen des Kreuzhiebes hineinfällt, wodurch die Feile gleichförmiger mit dem Hiebe bedeckt erscheint. Fig. 23, den Hieb einer englischen Bastardfeile mit 6 Reihen von Einschnitten vorstellend, erläutert dieses. Auch hier ist in der Gegend von a der Grundhieb ausgelassen, um das

Aussehen des Kreuzhiebes deutlicher zu zeigen. Die englischen Schlichtfeilen haben nur einfachen Hieb, gleich Fig. 24.

Die halbrunden Zinnfeilen enthalten auf der runden wie auf der flachen Seite nur einen einfachen, jedoch groben Hieb. Fig. 32 stellt die flache Seite einer solchen Feile dar.

Eine besondere Art der halbrunden Feilen sind die Wälzfeilen, welche auf der runden Fläche keinen Hieb besitzen (s. Fig. 21). Sie dienen bei der Ausarbeitung gezahnter Räder zum Abrunden (Wälzen) der Zähne, und werden mit der flachen Seite gebraucht, während der runde, glatte Rücken an dem benachbarten Zahne hingleiten kann, ohne ihn zu beschädigen. Nie sind diese Feilen spitz, wie andere halbrunde, sondern sie verjüngen sich nur sehr wenig, und haben am Ende fast die nämliche Breite wie an der Angel. Zuweilen versieht man sie mit einem Fortsatze in Gestalt eines runden Stiftes (n, Fig. 25), auf welchem der Zeigefinger der linken Hand ruhen kann, ohne die nöthige Wendung der Feile zu erschweren. Man gibt den Wälzfeilen nicht über 6 Zoll Länge, weil zur Ausarbeitung großer Räder, deren Zähne weiter aus einander stehen, sehr bequem flache Feilen (Ansatzfeilen) gebraucht werden können. Die Breite der Wälzfeilen ist $^1/_{12}$ bis $^1/_{10}$ der Länge; die Dicke nur $^1/_6$ bis $^1/_4$ der Breite, damit die Feile dünn genug ausfalle, um in die engen Zwischenräume kleiner Räderzähne eindringen zu können.

8) Vogelzungen. Dieser Nahme bezeichnet Feilen mit zwei bogenförmigen Flächen, welche, gleich den halbrunden, zur Bearbeitung verschiedentlich gekrümmter hohler Flächen bestimmt sind. Diese Feilen sind durchaus spitzig (wie Fig. 9 oder 32); ihre Länge ist das Zehn- oder Zwölffache der größten Breite; ihr Hieb hat die nämliche Beschaffenheit, wie jener der halbrunden Feilen auf der konvexen Seite. Die Krümmung der Flächen ist äußerst verschieden, und meistentheils hat die eine Fläche eine stärkere Wölbung als die andere, was zur Bequemlichkeit des Gebrauches beiträgt. Hiernach schwankt auch die Dicke zwischen der Hälfte und dem vierten Theile der Breite. Fig. 26, 27, 28 und 29 sind Durchschnitte einiger Vogelzungen. Sehr dicke Feilen dieser Art, mit zwei gleich stark gekrümmten Flächen, nennt

man öfters auch Karpfenzungen. Selten kommen dergleichen mit abgerundeten Kanten, also in völlig ovaler Form (wie Fig. 30) vor.

9) Runde Feilen, mit kreisförmigem Durchschnitte (Fig. 33), werden zur Ausarbeitung kleinerer runder Öffnungen u. dgl. gebraucht. Sie sind ohne Ausnahme spitz; der Durchmesser an der dicksten Stelle beträgt ungefähr den zwanzigsten Theil der Länge. Der Hieb gleicht völlig dem der halbrunden Feilen und Vogelzungen. Die kleinen runden Feilen führen den Nahmen Rattenschwänze.

Für gewisse besondere Zwecke, nämlich zur Ausarbeitung eigenthümlich gestalteter Gegenstände, sind vielerlei Feilen von den mannigfaltigsten Formen nothwendig, welche durch ihre beschränkte Anwendung mehr oder weniger das ausschließliche Besitzthum einzelner Werkstätten bleiben. Dahin gehört zuerst die große Klasse der Uhrmacher-Feilen. Zwar gebrauchen die Uhrmacher alle im Vorstehenden angeführten Hauptgattungen von Feilen, meistentheils in kleinen Dimensionen und mit verhältnißmäßig feinerem Hiebe; allein das Bedürfniß ist dadurch nicht befriedigt, vielmehr erfordert die Bearbeitung einzelner Uhrbestandtheile noch viele abweichende Arten, welche in zwei oder drei Abstufungen des Hiebes gebraucht werden. Die feinsten sind manchmahl nicht mit dem Meißel gehauen, sondern mit einem scharfen Messer geschnitten, oder vielmehr geritzt, wodurch sie vermögend werden, äußerst zarte Späne abzureiben. Übrigens bedienen sich die französischen und schweizerischen (so wie, nach ihrem Beispiele, die deutschen) Uhrmacher zum Theile anderer Feilen, als die englischen; daher wird es zweckmäßig seyn, hiernach eine Abtheilung zu treffen.

Fig. 34 (Taf. 98) zeigt die Durchschnitte von den vorzüglichsten Arten der englischen Uhrmacher-Feilen, bei deren Beschreibung durch die Worte stumpf und spitz angedeutet wird, ob sie der ganzen Länge nach von gleicher, allenfalls ein wenig abnehmender Stärke sind, oder in eine Spitze auslaufen. Wo nicht das Gegentheil bemerkt ist, besitzen die gehauenen Flächen doppelten Hieb (Grund- und Kreuzhieb). — a ist eine spitzige Ansatzfeile, auf der einen ihrer schmalen Seiten nur einfach, auf

der andern gar nicht gehauen. Die Länge beträgt 1½ bis 3½ Zoll. — b eine Zahnfeile oder Ausstreichfeile, 1½ bis 3 Zoll lang, stumpf, verhältnißmäßig dünn, auf allen vier Seiten einfach gehauen. Solche Feilen dienen, um an Rädern die Zwischenräume der Zähne auszuarbeiten. Die hohlkantigen Ausstreichfeilen oder sogenannten Grundfeilen, wie c, an welchen die breiten Flächen gar nicht gehauen sind, werden nur zur Vollendung des Grundes zwischen den Zähnen gebraucht, um dort, wo die Zähne auf dem Radumfange aufstehen, recht scharfe Winkel zu erzeugen. Eine Ausstreichfeile wie b dient auch zum Abgleichen der vertieften Gänge auf der Schnecke, und wird dann Schneckenauslauffeile genannt. — d eine schiefwinkelige Ansatzfeile zur Ausarbeitung der Schraube ohne Ende, welche in den englischen Taschenuhren statt eines Sperrrades zur Federspannung angewendet wird. Stumpf, 2½ Zoll lang oder kürzer, auf der einen schmalen Seite einfach, auf der andern nicht gehauen. — e Zapfen-Ansatzfeile, bestimmt, den Ansatz einer Welle rund um deren Zapfen zu bearbeiten, wobei eine der breiteren, glatten Flächen auf dem Zapfen liegt, welcher nicht angegriffen werden soll. Die zwei schmalen, mit einfachem oder doppeltem Hiebe versehenen Seiten sind schräg, damit der Winkel, welchen die Endfläche der Welle mit dem Zapfen bildet, scharf ausfalle. Diese Feilen sind stumpf, und haben eine Länge zwischen 1½ und 3 Zoll. — f, g sind Triebfeilen (Flankirfeilen), zur Ausbildung der Zähne an den Getrieben bestimmt, stumpf, 2 bis 3 Zoll lang. Der runde oder kantige Rücken ist glatt, weil er niemahls gebraucht wird; die breiten Seitenflächen sind einfach oder doppelt gehauen; die sehr schmale Vorderfläche besitzt einen einfachen Hieb. Hohlkantige Triebfeilen, wie h, mit Seitenflächen ohne Hieb (Trieb-Grundfeilen), haben die nämliche Bestimmung bei den Getrieben, wie die hohlkantigen Ausstreichfeilen (c) bei den Rädern. — i eine Schwalbenschwanzfeile, 2 Zoll lang, spitz; zur Hervorbringung schwalbenschwanzförmiger Einschnitte, nach einer besondern Anwendung wohl auch Steigradschieberfeile genannt. Der Hieb ist auf allen drei Flächen einfach; die Kante, welche der schmalen Fläche gegenüber steht, ist abgerundet und nicht ge-

hauen. — k, der vorigen an Gestalt ähnlich, aber nur auf der schmalen Seite mit einem (einfachen) Hiebe versehen; stumpf; 2 Zoll lang. — l eine Charnierfeile oder Charnierplatzfeile, um die Stelle, an welcher die Röhrchen eines Charniers durch Löthung befestigt werden sollen, hohl zu feilen. Bloß die runden Kanten sind gehauen, und zwar mit einfachem Hiebe. Die Feile ist stumpf, Länge 3 bis 5 Zoll. Man hat auch hohle Charnierfeilen, von der Form wie c, aber größer, um damit die äußere Rundung eines Charniers zu glätten. — m ist eine wie l gestaltete Feile, welche sich nur dadurch unterscheidet, daß die zwei breiten Flächen nicht glatt, sondern mit Grund- und Kreuzhieb versehen sind. Man macht damit Einschnitte, deren Ende abgerundet seyn muß. — n eine viereckige Feile mit einer ungehauenen Seite; spitz; 2 bis 3 Zoll lang. — o, runde Charnierfeile, von gleicher Dicke in ihrer ganzen, 3 Zoll betragenden Länge, und mit einfachem Hiebe; hat die nämliche Bestimmung wie l. — Eine spitze runde Feile wird zum Erweitern der Löcher in den Uhrzifferblättern gebraucht, und heißt deßwegen Zifferblattfeile. Sie muß einen etwas groben Hieb besitzen, um das Email anzugreifen. — p, ovale Zifferblattfeile, spitz, 3½ Zoll lang, mit einfachem Hiebe. — q, gleich i eine Schwalbenschwanzfeile, mit welcher aber nur der Boden eines schwalbenschwanzförmigen Einschnittes bearbeitet wird. Die Feile ist 2 Zoll lang, stumpf, und an den Seitenkanten sehr dünnschneidig, damit man leicht und vollkommen in die Ecken des Einschnitts gelangen kann. Auch als Wälzfeile kann dieselbe gebraucht werden, noch zweckmäßiger aber zum Abgleichen von sternförmigen Rädern und Sperrrädern, deren Zähne geradlinige Seiten haben. — r hat die Beschaffenheit einer gewöhnlichen Wälzfeile, ist aber spitzig. Die Länge beträgt 1½ bis 3 Zoll, auch mehr. — Mit der Steigradfeile s werden die Zähne der Steigräder in Taschen- und Pendeluhren auf ihrer hohlkrummen Seite bearbeitet. Feilen dieser Art sind 1½ bis 4 Zoll lang, bald spitz, bald stumpf; der Hieb ist einfach oder doppelt. — Die Zapfenfeile t ist eine dicke Ansatzfeile, mit welcher man die Zapfen der Räderwellen im Drehstuhle ablaufen läßt. Sehr häufig haben die englischen Zapfenfeilen einen run-

den stählernen Stiel, welcher mit der Feile selbst aus dem Ganzen gearbeitet ist; und öfters sitzen zwei solche Feilen an den Enden eines und desselben langen Stiels, wie Fig. 35 zeigt, wo man sich xw sechs Zoll lang denken muß. — u eine viereckige Feile mit einer einzigen gehauenen Seite, zur Bildung von flachen Einschnitten u. dgl. Der Schaft derselben ist gebogen, wie Fig. 36 angibt, wo xy die mit dem Hiebe versehene Fläche bezeichnet. — Die Bestimmung von v ist, schräge Zähne an Sperrrädern rc. auszufeilen oder abzugleichen. Es ist eine stumpfe, 1½ bis 2 Zoll lange Feile mit einer einzigen gehauenen Fläche, deren schräge Stellung der Gestalt der Sperrzähne entspricht. Die spitzige Einkerbung nebenan wird jederzeit auf den benachbarten, schon vollendeten Zahn gesetzt, wodurch man sich des völlig gleichen Abstandes aller Zähne versichert. — Fig. 41, eine **Unruhzapfenfeile** oder **Hellebarde**, führt den letztern Nahmen von ihrer Gestalt. An jedem Ende des flachen Stiels sitzen quer zwei ganz kurze halbrunde Feilen n, welche nur auf der flachen Seite gehauen und so gestellt sind, daß diese Fläche bei der einen nach oben, bei der andern nach unten gekehrt ist. — Sehr dünne flache Feilen, welche man zur Hervorbringung von Einschnitten anwendet, werden öfters, um sie gegen das Zerbrechen beim Gebrauche zu schützen, mit einer Fassung von Zinn oder Messing versehen. Fig. 37 bis 40 sind hiervon Beispiele. Fig. 37 ist eine größere Einstreichfeile dieser Art. Der Hieb ist auf beiden Flächen und auf der Kante nur einfach. Die Fassung besteht aus einem Streifen Zinnblech, a, welcher um die hintere Kante der Feile fest zusammengeklopft ist, auch die Angel zum Theile bedeckt, und sammt derselben in dem Hefte befestigt ist. Bei Fig. 38 fehlt die Angel der Feile; der Rücken ist von Messingblech, und mit einer spitzigen Fortsetzung versehen, welche in dem hölzernen Hefte steckt. Hiervon unterscheidet sich Fig. 39 dadurch, daß die Feile (zur Verfertigung krummer Einschnitte) gebogen, und nur auf der Kante l mit einem Hiebe versehen ist. Fig. 40 endlich ist so gefaßt, daß beide Kanten der Feile gebraucht werden können. Ein schmaler Messingstreifen liegt nämlich über die Mitte der Feile, auf beiden Flächen derselben, her, und endigt sich in zwei breite, zugespitzte Blätter, welche durch eine Niete bei z verbun-

den sind, und statt der Angel dienen, um das Werkzeug in seinem Hefte zu befestigen.

Die schweizerischen Uhrmacher-Feilen sind meist kleiner und zarter, als die englischen; mehrere Arten findet man hier und dort in der Gestalt übereinstimmend; so die Triebfeilen (Fig. 34, f, g, h), die spitzen Ansatzfeilen (Fig. 34, a), die Ausstreichfeilen (Fig. 34, b, c), die viereckigen (Fig. 34, n), die Steigradschieber-Feile (Fig. 34, i) u. s. w. Dagegen sind andere Formen den Schweizer-Feilen eigenthümlich. Mehrere dergleichen enthält die Fig. 42. Hier ist a eine linke und b eine rechte Zapfenfeile. Beide sind stumpf, 2 Zoll lang, und auf den zwei breiten Flächen doppelt, auf der einen schmalen Seite einfach, auf der zweiten gar nicht gehauen; sie unterscheiden sich, wie man sieht, durch die Richtung ihrer schrägen Seiten. Fig. 44 ist die Ansicht der linken Zapfenfeile, Fig. 45 jene der rechten. Die Schweizer Zapfenfeilen im Allgemeinen zeichnen sich durch die bewundernswürdige Schönheit ihres Hiebes aus, der so fein ist, daß er fast nur durch das Mikroskop deutlich gesehen werden kann, und dennoch die größte Regelmäßigkeit besitzt. Der Gebrauch dieser Feilen ist schon bei der Beschreibung von Fig. 34, t, angegeben worden. — Die Barettfeile, c, spitz und 2 bis 3 Zoll lang, dient bei der Ausarbeitung von Einschnitten, deren Seitenwände nicht beschädigt werden dürfen. Eine ähnliche Bestimmung hat d, welche mit Fig. 34, g, übereinstimmt, aber spitzig ist. — e ist eine Steigradfeile, wie Fig. 34, s, aber für Taschenuhren bestimmt, und daher nur einen Zoll lang, übrigens spitz und mit einfachem Hiebe. — Die Kreuzschenkel-Feile f unterscheidet sich von e hauptsächlich dadurch, daß die Krümmung der gehauenen Seite mehr flach ist; wenn die Schneide des Rückens (wie in der Abbildung) nicht in der Mitte liegt, so erhält man dadurch den Vortheil, daß von den Seitenkanten die eine sehr dünn ausfällt, folglich in kleine Winkel mit Bequemlichkeit eingeführt werden kann. Der Nahme dieser Feile zeigt den Gebrauch an, welcher darin besteht, die Arme oder Schenkel durchbrochener Räder auszubilden, wozu man sich bei größeren Rädern der Vogelzungen bedient. Die Kreuzschenkelfeile sitzt oft (wie auch andere kleine Uhrmacher-Feilen) am Ende

eines stählernen Stieles, mit dem sie aus dem Ganzen gearbeitet ist. Dieß zeigt Fig. 43, wo x y die Feile (mit dem Rücken nach oben liegend), y z der Stiel ist. — g (Fig. 42) wird wie c und d gebraucht, ist spitz und 2 bis 3 Zoll lang. — Fig. 46 ist eine Einstreichfeile, vorzüglich um die Einschnitte in Schraubenköpfen zu machen; sie ist an den beiden langen Kanten, und zunächst diesen auch auf den Flächen mit einem einfachen Hiebe versehen, und wird ohne Heft frei in der Hand gebraucht. — h bis n (Fig. 42) sind die Durchschnitte von sechs verschiedenen Feilen zur Bearbeitung der Hemmungen in Taschenuhren: h, i, k stumpf, 3/4 bis 1 Zoll lang; l eine spitze, 3/4 Zoll lange, dreieckige Feile, an welcher die der gehauenen Seite gegenüber stehende Kante abgestumpft ist; m und n wieder stumpf, und höchstens 1/2 Zoll lang. Die Form von n gleicht jener von g; m ist halbrund.

Der Feilen, welche bei den sogenannten Finirmaschinen gebraucht werden, um die Zähne von Rädern auszubilden, ist hier ebenfalls zu gedenken. Sie sind von dreierlei Art, nämlich Ausstreichfeilen (Taf. 98, Fig. 49, 50), Wälz- oder Arrondir-Feilen (Fig. 47 und Fig. 48, a, b) und Feilen zum Öffnen (Fig. 47 und Fig. 48, c). Ihre Bestimmung und die Art ihres Gebrauches wird bei der Beschreibung der Finirmaschine (s. Art. Räderwerk) erklärt.

Zu den Uhrmacher-Feilen gehören endlich auch die Polirfeilen, deren Bestimmung schon der Nahme bezeichnet. Sie haben statt des Hiebes nur eine glatte, nach der Quere geschliffene und dann fein polirte Oberfläche. Die Risse oder feinen Furchen, welche der Schleifstein zurückgelassen hat, sind durch das Poliren nicht weggeschafft, sondern nur abgerundet und geglättet; daher reibt eine solche Feile von dem damit bearbeiteten Metalle höchst feine, ja unfühlbare Theilchen ab, und bringt dadurch Glanz oder Politur hervor. Man gebraucht die Polirfeilen gewöhnlich von flachviereckiger und halbrunder Form, und von verschiedener Größe. Die flachen sind gleich breit, die halbrunden zugespitzt. Zapfenpolirfeilen, deren Länge 2 bis 3 Zoll beträgt, kommen quadratisch, dreieckig, und von den Formen Fig. 42, a, b vor, und haben stets gleiche Dicke von einem Ende bis zum andern.

In den Werkstätten der Gold- und Silberarbeiter, so wie bei anderen Gelegenheiten, wo häufig kleine Gegenstände auszuarbeiten sind, bedient man sich der sogenannten Nadel- und Federfeilen. Es sind dieß dreieckige, halbrunde, runde und messerähnlich gestaltete Feilen, welche ohne Heft gebraucht werden, indem man sie bloß an dem Stiele faßt, welcher bei ihnen die Stelle der Angel vertritt. Die Länge des gehauenen Theils beträgt 2 bis 4 Zoll; die kleineren werden Nadelfeilen, die größeren Federfeilen genannt. Zuweilen bestehen diese Feilen nur aus Eisen; allein diese nutzen sich, ihrer Weichheit wegen, zu schnell ab, und die guten sind daher jederzeit von gehärtetem Stahle. Der Hieb ist meistentheils nur einfach, ohne Kreuzhieb. Fig. 1 auf Taf. 99 zeigt eine dreieckige und eine flache, messerförmige Nadelfeilen.

Zum Ausfeilen mannigfaltiger Öffnungen in Blechstücken, insbesondere der geschweiften Schlüssellöcher, sind bei den Schlossern die Schweiffeilen gebräuchlich, welche nur eine einzige gehauene Fläche, und dieser gegenüber einen schmalen Rücken haben; letzteres, damit sie sich ohne Klemmung in den gemachten Einschnitten bewegen lassen. Fig. 13, Taf. 99, ist eine solche Feile, w x die gehauene Seite derselben; a ihr Durchschnitt. b und c zeigen Durchschnitte von zwei anderen Schweiffeilen. Die schmalsten nähern sich in Gestalt und Wirkung sehr einer Säge. Wenn in dem zu bearbeitenden Bleche nur erst ein rundes Loch mittelst eines Bohrers oder Durchschlages gemacht ist, so steckt man durch dieses die Feile, und regiert sie nach Erforderniß.

Fig. 2 (Taf. 100) zeigt die Durchschnitte von zwei Drechsler-Feilen. A ist flach-viereckig, auf den breiten Flächen doppelt, auf der einen schmalen Seite einfach, auf der zweiten gar nicht gehauen, und von gewöhnlichen Ansatzfeilen nur durch die (im Verhältniß zur Breite) bedeutende Dicke verschieden. B hat eine flachrunde Gestalt, und der Hieb erstreckt sich beinahe über die ganze Oberfläche, indem nur in der Mitte der runden Seiten ein schmaler Streifen a ungehauen bleibt. Diese Feilen dienen z. B. bei der Verfertigung von Pfeifen-Mundstücken u. dgl. Zur Bearbeitung des Horns, der Knochen und des Elfenbeins gebrauchen Drechsler und Kammmacher in der Regel die soge-

nannten Stoßfeilen, welche (nach Art eines einfachen Hiebes) eingefeilte grobe, dreieckige, schräg über die Fläche hinlaufende Kerben besitzen. Die hierdurch gebildeten scharfkantigen Rippen wirken als eben so viele Messer, und bringen, da sie breite Späne abschaben, mit vieler Zeitersparniß eine glatte Fläche ohne alle Risse hervor. Man gebraucht solche Feilen von verschiedenen Formen: flach, dreieckig, halbrund, rund u. s. w., zuweilen auch gebogen; sie sind aus Stahl verfertigt, aber nicht gehärtet, weil sie durch Nachfeilen der Kerben geschärft werden. Die gröbsten erhalten ihre Schneide dadurch, daß man die Kante der Rippen durch Reiben mit einem Streichstahle umlegt, d. h. mit einem Grathe versieht, welcher, so oft es nöthig ist, auf gleiche Weise erneuert wird. Bei den Kammmachern findet man auch hölzerne Stoßfeilen, in welche, nach schräger Richtung, Stahlplättchen auf die Kante eingesetzt sind. Um die Zähne an elfenbeinernen und anderen Kämmen zuzuspitzen, dient eine dreieckige Feile, welche auf zwei Seiten Grund- und Kreuzhieb nach gewöhnlicher Art hat, auf der dritten Fläche aber glatt ist.

In Fig. 51, auf Taf. 98, sind die Durchschnitte von sechs englischen Schuhmacher-Feilen vorgestellt. a, b, c sind auf den Flächen glatt, und nur auf den zwei gegenüber stehenden Kanten einfach gehauen; d, e, f, gleichfalls mit einfachem Hiebe, haben bloß eine einzige glatte Fläche. Alle diese Feilen sind stumpf, und 2½ bis 3 Zoll lang.

Die Perlfeile (Taf. 99, Fig. 12) ist bestimmt, auf Metallarbeiten Perlen, d. h. kleine, zur Verzierung dienende, halbkugelige Hervorragungen zu erzeugen. Sie besitzt längs ihrer Kante pq eine schmale Hohlkehle, und ist hier, aber nirgend sonst, gehauen. An der Stelle der Arbeit, wo die Perlenreihe entstehen soll, muß sich ein hervorragendes Stäbchen befinden, und dieses wird mit der Perlfeile quer durchschnitten, wobei eine angemessene Drehung der Feile den einzelnen Perlen die Rundung gibt. Gold- und Silberarbeiter gebrauchen diese Feilen gewöhnlich; auf runden Gegenständen ist es jedoch vortheilhafter, die Perlen mittelst eines Rānderir-Rades auf der Drehbank zu bilden (s. Bd. IV. S. 416).

An den Fassungen der Feder- und Taschenmesser sind die

metallenen Backen, zwischen welchen sich das Gewinde des Messers befindet, meist mit einigen eingefeilten Querstreifen verziert. Man gebraucht hierzu die sogenannten Backenfeilen (Fig. 18, Taf. 99), welche auf zwei Flächen gehauen, auf den zwei anderen hingegen glatt sind. Die gehauenen Seiten (Ansicht A) sind der Länge nach gestreift oder gerippt, wie es die Verzierung, welche man hervorbringen will, erfordert. Der Hieb ist einfach, und auf jener Seite, welche zuerst gebraucht wird, gröber als auf der andern, womit man die Arbeit vollendet. B gibt die Ansicht einer glatten Seite; C den Durchschnitt. D und E sind Durchschnitte von zwei anderen Backenfeilen.

Nicht selten kommt der Fall vor, daß bei einzelnen Theilen eines Arbeitsstückes, vermöge einer besondern Gestalt derselben, die gewöhnlichen und alle bisher erwähnten Feilen nicht hinreichen, um die Bearbeitung zu vollenden. So bei Stab- und Leistenwerk, bei Hohlkehlen, Rinnen und konkaven Flächen, bei dem Boden und den inneren Ecken einer Dose, in den einspringenden oder vertieften Theilen von Bildhauer-Arbeiten, und bei mannigfaltigen Höhlungen und Vertiefungen anderer Art. Wenn man sich bei solchen Gelegenheiten zuweilen dadurch hilft, daß man eine flache, runde oder dreieckige Feile abbricht, und mit der scharfen Bruchfläche auf den schwer zugänglichen Stellen der Arbeit kratzt, so ist dieß offenbar ein äußerst nothdürftiger Behelf. Bessere Dienste leisten schon die eisernen Nadelfeilen, wenn man sie nach Erforderniß biegt. Allein die eigentlichen Werkzeuge für dergleichen Fälle sind die Riffelfeilen, wovon es mannigfaltige Arten gibt. Schon die oben beschriebenen Fig. 36 und 41 der Taf. 98 sind hierher zu zählen. Mehrere andere findet man auf Taf. 99 abgebildet. Bei Fig. 2 ist der Hieb auf die schmale Seite n o beschränkt. Der Durchschnitt, nach der punktirten Linie genommen, hat die Gestalt von a, b, c, d, e oder f. Eben diese verschiedenen Formen kommen auch bei Fig. 3 vor, wo außer der konvex gekrümmten Kante auch die beiden Seitenflächen mit Hieb versehen sind. Fig. 4 bis 9 sind doppelte Riffelfeilen, welche zu zwei an den Enden eines stählernen Stiels sitzen, und daher ohne Heft gebraucht werden. Fig. 4 gleicht Fig. 2, bis auf die Größe. Fig 5 und 6 haben mit Fig. 3 Ähnlichkeit. Die ver-

schiedenen Formen, welche a, b, c, d, e, f in Fig. 2 und 3 angeben, finden auch hier Anwendung. Fig. 7 hat die Gestalt einer kleinen Ansatzfeile, indem sie auf den zwei breiten Flächen, aber nur auf einer der schmalen Seiten gehauen ist. Spitzige Feilen, wie Fig. 8, kommen als Ansatzfeilen, verschoben viereckig, halbrund, rund und vogelzungenartig vor, wie die Durchschnitte a, b, c, d, e anzeigen. Fig. 9 hat die Gestalt eines runden Plättchens, welches auf der gehauenen Seite von der Mitte aus mit zwei Flächen abgedacht ist (s. den Durchschnitt a). Sehr bequem zur Bearbeitung einer mit einem Rande umgebenen Fläche ist die Feile Fig. 10, nämlich ein flaches Scheibchen an einem rechtwinkelig gebogenen Stiele. Die gehauene Fläche ist kreisrund (wie a) oder oval. Fig. 11, eine kleine Halbkugel, mit dem Hiebe auf der krummen Oberfläche, dient sehr zweckmäßig zum Ausfeilen kleiner schalenähnlicher Vertiefungen. Fig. 3, 4, 5 auf Taf. 100 stellen Riffelfeilen von einer sehr gewöhnlichen Art vor. Sie sind theils einfach (mit einer Angel und einem Hefte versehen, wie Fig. 5), theils doppelt (zwei an Einem Stiele sitzend, gleich Fig. 3 und 4), verschiedentlich gebogen, übrigens von viereckiger, flacher, dreieckiger, halbrunder, runder und Vogelzungen-Form, wie die Durchschnitte Fig. 3, A, angeben. Manche andere Formen von Riffelfeilen, welche hier nicht erwähnt sind, ist der praktische Arbeiter zuweilen genöthigt, nach dem Bedürfnisse einzelner Fälle selbst zu erfinden und zu verfertigen.

Manche Feilen unterscheiden sich minder durch die Form, als vielmehr durch die Art ihres Gebrauchs. Eine flache Feile ohne Angel, dafür an jedem Ende mit einem Loche versehen, spannen bisweilen die Silberarbeiter in einen eisernen Bogen, gleich einem Sägeblatte. Ferner sind zu erwähnen die Feilen, welche beim Gebrauche nicht mit der Hand bewegt werden, sondern ruhig liegen bleiben, während man die Arbeit über dieselben hinführt. Man findet bei den Gold- und Silberarbeitern dergleichen von bedeutender Größe (10 Zoll Länge, 2 bis 3 Zoll Breite), welche auf der einen Seite mit gröberem, auf der andern mit feinerem Hiebe versehen sind. Bei der Anwendung derselben ist es nöthig, das Arbeitsstück mit fester Hand in der Rich-

tung der Achse der Feile zu führen, damit dasselbe nicht dem Kreuzhiebe nachlaufe und wider den Willen des Feilers schräg gehe, wobei die Zähne der Feile verhindert seyn würden, mit ihren Spitzen gehörig anzugreifen. Durch eine eigene Art des Hiebes kann diesem Zufalle vorgebeugt werden. Wenn man nämlich, statt die ganze Länge der Feile zuerst mit dem Grundhiebe und dann mit dem Kreuzhiebe zu versehen, in kurzen Abständen mit der schrägen Lage des Meißels wechselt, so erhält der Hieb das Ansehen von Fig. 1 (Taf. 100), wo die starken Linien den scharfen und offenen Kreuzhieb, die feinen dagegen den fast geschlossenen Grundhieb bezeichnen. Zuerst sind auf dem dreieckigen Raume a b c die Einschnitte in der Richtung a c gebildet; hierauf in dem Trapez a b c d die Einschnitte nach der Richtung c d, welche für a b c den Kreuzhieb, für a c d den Grundhieb abgeben. Sodann folgen die Einschnitte auf dem Raume a d e c in der Richtung a c oder d e; auf d c e f in der Richtung c d; auf d e g f in der Richtung d e; u. s. f. Indem hierdurch der Kreuzhieb abwechselnd nach der einen und nach der andern Seite geneigt ist, heben seine entgegengesetzten Bestrebungen, die Arbeit schräg zu führen, einander auf. Feilen dieser Art, welche man indessen selten findet, werden Spiegelfeilen genannt, weil ihre Oberfläche wie aus dreieckigen Feldern (Spiegeln) zusammengesetzt erscheint.

Des Verfahrens, die Uhrfedern zwischen zwei flachen Feilen abzuziehen, ist im Artikel Federn (S. 529) gedacht. Auf die nämliche Weise kann der geplättete Eisen- oder Messingdraht zur Verfertigung der Weberkämme bearbeitet werden. Die Feilen, welche hierbei in Anwendung kommen, sind Stahlstücke von 1 bis 2 Zoll Länge, 6 bis 12 Linien Breite und 2 bis 3 Linien Dicke, auf den breiten Flächen mit einem einfachen, nach der Quere und nur wenig schräg laufenden Hiebe versehen.

Einer Art von einhiebiger flacher Feile bedient man sich, um bei fabrikmäßiger Verfertigung von Schrauben (z. B. in Gewehrfabriken) die untere Seite der Schraubenköpfe flach und glatt zu machen. Das Werkzeug ist in Fig. 13 (Taf. 100) abgebildet. Es besteht in einer gehärteten Stahlplatte, welche auf der einen Seite mit querlaufenden, eingefeilten Kerben versehen ist, und

eine Anzahl Löcher von verschiedener Größe enthält. In eines dieser Löcher steckt man die Schraube, so, daß der Kopf die gekerbte Fläche berührt; dann wird (während man die Platte mit der Hand festhält) in den Einschnitt des Schraubenkopfes ein Schraubenzieher eingesetzt, der mit der Spindel einer Drehbank umläuft. So wird in wenig Augenblicken der Schraubenkopf rund um die Schraube her glatt und eben. Eine zweite Reihe Löcher, n, n, in der Platte dient dazu, den Körper der Schraube vor dem Einschneiden des Gewindes rund und glatt zu machen, indem der vorläufig gefeilte Zylinder mit einiger Gewalt in das seiner Dicke entsprechende Loch hineingedreht wird. Die vier durchgehenden Kerben, welche jedes Loch besitzt, nehmen das zugegebene Öhl und die abfallenden kleinen Späne auf. Eine ähnliche Vorrichtung, wobei aber die feilenartige Platte auf der Drehbank umläuft, und welche bestimmt ist, aus dickem Drahte mit Schnelligkeit kleine, bis auf das Schneiden des Gewindes fertige Schrauben darzustellen, findet man in den Jahrbüchern des k. k. polytechnischen Instituts (Bd. IX. S. 135) beschrieben und abgebildet.

Auch verschiedene andere feilenähnliche Werkzeuge gibt es, welche durch Umdrehung wirksam sind, und worunter einige zu den aus freier Hand geführten Feilen sich eben so verhalten, wie die Kreissägen zu den geraden Sägen. Es gehören hierher die Spitzringe, welche bei der Verfertigung der Drahtstifte und Stecknadeln gebraucht werden (s. Bd. IV. S. 267, und Artikel Nadelfabrikation); ferner die meisten Arten der sogenannten Versenker oder Senkkolben (s. Art. Versenker); endlich die Schneidräder oder Fräsen (vom Französischen: Fraise). Letztere sind im Allgemeinen stählerne Scheiben, deren Umkreis mit Einschnitten, einem einfachen Feilenhiebe ähnlich, versehen ist. Indem eine solche Scheibe sammt der Achse, auf welcher sie befestigt ist, mit Hülfe der Drehbank oder auf andere Weise, in schnelle Umdrehung gesetzt wird, wirkt sie vollkommen wie eine Feile auf das mit ihr in Berührung gebrachte Arbeitsstück. Man gebraucht die Schneidräder zur Hervorbringung von mancherlei Einschnitten, und gibt ihnen hiernach verschiedene Formen, von welchen die gewöhnlichsten in Fig. 14 bis 17 (Taf. 99)

abgebildet sind. Fig. 15 macht einen Einschnitt mit parallelen Seiten; Fig. 14 einen solchen mit einer schrägen Seite; Fig. 16 einen mit zwei schrägen Seiten. In diesen drei Abbildungen bezeichnet a das Loch, womit die Fräse auf ihre Achse gesteckt wird. Fig. 17 bringt Einschnitte hervor, von welchen eine Seite gerade, die andere gekrümmt ist. Mehrerlei andere Formen müssen für besondere Fälle angewendet werden. Die häufigste Anwendung der Fräsen ist die zum Einschneiden der Zähne an kleinen metallenen Rädern mittelst des Räderschneidzeuges. Einer andern ist im Art. Beinarbeiten (Bd. II S. 5) gedacht. Man vergl. auch Bd. IV. S. 423. Es ist leicht, die Form der Einschnitte mannigfaltig abzuändern, indem man nur jederzeit dem Profile des Schneidrades die erforderliche Gestalt gibt. So werden die kleinen eckigen, mit Leistenwerk verzierten Pfeiler, welche bei den Taschenuhren die zwei Böden oder Platten mit einander vereinigen, mittelst eines Schneidrades aus rundem Messingdrahte verfertigt. Die Wirkung der Fräse ist in solchen Fällen jener der oben beschriebenen Backenfeilen (Fig. 18) analog. Um auf der ebenen Fläche eines Metallstückes lange Einkerbungen, Furchen oder Spalten hervorzubringen, wird sehr oft mit großem Vortheile ein Schneidrad gebraucht, an dessem Umkreise man, während es sich dreht, in der Richtung der Tangente die Arbeit allmählich fortbewegt.

Verfertigung der Feilen. Diese zerfällt in folgende Hauptoperationen: 1) das Schmieden; 2) die weitere Ausarbeitung zur Vollendung der Form; 3) das Hauen; 4) das Härten.

1) Das Schmieden. Als Material wird gegerbter Roh- oder Zementstahl, nur zu den kleinen Feilen Gußstahl verwendet. Die Werkzeuge stimmen im Allgemeinen mit jenen überein, welche zum Schmieden des Eisens und Stahls überhaupt gebraucht werden. Der Amboß ist 150 bis 200 Pfund schwer, und besitzt eine flache Bahn von 12 Zoll Länge bei 6 Zoll Breite. Die Hämmer sind mit einer etwas abgerundeten Bahn versehen. Die Feuerung geschieht in den englischen Fabriken mit klein zerstückten Kokes. Dem Schmiede sind zwei Gehülfen beigegeben, von welchen der eine den Blasbalg zieht, der andere beim Schmieden hilft, indem er den Vorschlaghammer führt. Die dreieckigen Feilen und jene

mit runden Flächen erhalten ihre Gestalt in Gesenken, welche aus Eisen geschmiedet, auf der obern Seite mit Stahl belegt sind, und in einen Falz der Amboßbahn eingeschoben werden. Fig. 26 und 27 (Taf. 99) sind zwei Gesenke für dreieckige Feilen, und zwar dient Fig. 27 für den dickern Theil derselben, Fig. 26 für die Spitze und für kleinere Feilen. Fig. 28 ist der Aufriß von Fig. 27. Das auf dem Amboße vorgeschmiedete Stahlstück wird in den Einschnitt des Gesenkes gelegt, und oben überhämmert, wodurch sich die drei Flächen bilden. Der Gebrauch der Gesenke für halbrunde Feilen (Fig. 29, 30, 31) wird hiernach von selbst verständlich seyn. Die Gesenke für runde Feilen (Fig. 32, 33, 34) unterscheiden sich von den vorigen dadurch, daß ihre Höhlung nahe die Hälfte eines Kreises erreicht, und daß auch ein Obertheil dazu erforderlich ist, welches eine gleiche Vertiefung enthält, und wie ein Hammer an einem Stiele gehalten wird, während der Gehülfe mit dem Hammer darauf schlägt, und der Schmied selbst nach jedem Schlage die Feile ein wenig dreht. Fig. 35 und 36 zeigen in zwei Ansichten das Gesenk a mit seinem Obertheile b (dessen Stiel c 8 Zoll lang ist) und der zwischen beiden liegenden Feile m. Zum Schmieden der Vogelzungen sind die Gesenke eben so gestaltet, abgesehen von der flachern Krümmung der Rinnen; das Drehen der Feile unterbleibt hier.

Jede Feile, die größten ausgenommen, wird in zwei Hitzen fertig geschmiedet. In der ersten bildet der Schmied, von seinem Vorschläger unterstützt, die Spitze und den Körper der Feile, welche sodann auf dem Abschrote (einem im Amboße angebrachten Meißel) von der Stahlstange abgehauen wird. Den halben Tag lang dauert unaufhörlich diese Arbeit fort, wobei immer mehrere Stangen zugleich im Feuer liegen. Die zweite Hitze wird in der folgenden Hälfte des Tages gegeben, die Arbeit dabei, welche, wenn die Feilen nicht groß sind, vom Schmiede allein verrichtet werden kann, besteht im Absetzen und Ausschmieden der Angel, im Aufschlagen des Fabrik-Stempels und im Richten der Feilen, wenn die Gestalt derselben noch einige Unvollkommenheiten, als Krümmungen u. dgl. zeigt. Ein Schmied mit seinen beiden Gehülfen oder Lehrlingen verfertigt des Tages 18, 20 bis 25 Dutzend Feilen, je nachdem Form und Größe verschieden sind.

Die geschmiedeten Feilen werden, um sie so weich als möglich zu machen, ausgeglüht und hierauf der langsamen Abkühlung überlassen. Man gebraucht dazu einen eisernen Zylinder, mit durchlöchertem Boden und einem aufgesetzten Zugrohre. Als Heitzmaterial dient ein Gemenge aus Hobelspänen und kleinen Holzkohlen oder Kokes.

2) Die Ausarbeitung, wodurch die Feilen auf das Genaueste ihre Form erhalten, und deren Flächen glatt und blank werden, geschieht entweder durch Abfeilen oder durch Abschleifen. Die erste Methode ist langwieriger, aber sie biethet mehr Gelegenheit zu genauer Ausführung. Ein Arbeiter feilt des Tages 2 bis 5 Dutzend fertig, nach Verschiedenheit der Größe und Form. Das Schleifen ist aus ökonomischen Rücksichten in großen Fabriken das gewöhnlichste Verfahren. Die Steine, welche dazu gebraucht werden, haben 3 bis 4 Fuß Durchmesser, 6 bis 8 Zoll Breite, laufen im Wasser, und machen in der Minute ungefähr 100 Umdrehungen. Durch eine auf der eisernen Achse befindliche Riemenrolle wird die Bewegung mittelst Wasser-, Dampf- oder Pferdekraft hervorgebracht. Um jeder Gefahr bei etwa eintretendem Zerspringen des Steins vorzubeugen, ist derselbe ganz von einem starken hölzernen, durch herumgelegte Stricke gesicherten Kasten eingeschlossen, bis auf eine 12 Zoll lange Öffnung am obern Theile, wo das Schleifen vorgenommen wird. Die Feilen werden dem Steine zuerst der Quere nach dargebothen, bis sie ganz blank sind, dann aber der Länge nach, um den ersten Schleifstrich wegzunehmen. Zuletzt taucht man sie in Kalkwasser, wodurch sie mit einem feinen Anfluge von kohlensaurem Kalke beschlagen, der das Rosten verhindert. So bringt man sie nach der Werkstätte, in welcher das Hauen vorgenommen wird.

3) Das Hauen. Es geschieht im Allgemeinen mittelst des Meißels; aber dieses Werkzeug ist an Form und Größe verschieden, wie dieß die verschiedenen Arten von Feilen erfordern. Die Schneide des Meißels, welche von beiden Seiten zugeschliffen wird, ist geradlinig zum Hauen ebener Flächen, hohl für konvexe, konvex für hohle Flächen. Für den Kreuzhieb sind die Meißel in der Regel von etwas dünnerer Schneide, als für den Grundhieb. Auf Taf. 99 findet man einige Meißel abgebildet. Fig. 20 ist ein

gerader der größten Art (zum Hauen der Armfeilen), Fig. 21 ein kleiner; zwischen beiden liegen viele Abstufungen. Die schmälsten Meißel sind jene zum Hauen der Kanten an den Sägefeilen: ihre Schneide ist kaum ein Paar Linien breit. Die Krümmung der Schneide an den hohlen Meißeln (Fig. 22, 23, 24) ist sehr verschieden, aber stets flacher als die Konvexität der Feile, welche damit gehauen werden muß. Indem der Meißel aufgesetzt wird, muß er in doppelter Beziehung schräg stehen; nämlich es muß die Schneide mit der Achse der Feile, und der Meißel als Ganzes mit der Oberfläche der Feile, einen spitzen Winkel bilden. In letzterer Hinsicht ist der Meißel nach vorwärts, nach der Spitze der Feile hin, geneigt. Die Angel ist stets dem Arbeiter zugekehrt, welcher mit der linken Hand den Meißel, mit der rechten den Hammer führt. Letzterer hat einen gekrümmten Stiel, und hierdurch eine solche Stellung, daß er in zweckmäßiger Richtung auf den schräg stehenden Meißel trifft, ohne eine unbequeme Haltung der Hand zu erfordern. Man sehe Fig. 25 auf Taf. 99. Die Bahn a ist quadratisch und wenig konvex. Der abgebildete Hammer ist einer von den kleinsten. Die größten sind 6 bis 8 Pfund schwer, und mit einem 10 bis 12 Zoll langen Stiele versehen.

Als Unterlage für die Feilen dient der Hau-Amboß, ein parallelepipedisches, auf einem Holzklotze liegendes Stück von geschmiedetem Eisen, 7 Zoll lang, 3 Zoll breit, 5 bis 6 Zoll hoch, auch größer oder kleiner, nach Verschiedenheit der Feilen. Wenn die untere, aufliegende Seite der Feile flach und noch ohne Hieb, die obere, welche eben gehauen werden soll, gleichfalls flach ist, so dient der Amboß als unmittelbare Unterlage, wobei man ihn mit feinem Sande bestreut, um das Gleiten zu verhindern. Kehrt aber die Feile in der Lage, welche sie während des Hauens haben muß, eine Kante oder eine runde Fläche nach unten, so bedarf sie einer besondern Unterlage, welche auf den Amboß gestellt wird, und aus Eisen oder aus Blei besteht, je nachdem die abwärts gerichtete Seite noch glatt oder schon gehauen ist. Die eisernen Unterlagen sind die sogenannten Hau-Gesenke, welche den Schmiede-Gesenken ähnlich, aber gewöhnlich länger als diese sind. Fig. 38 (Taf. 99) zeigt im Grundrisse, und Fig. 39 im Aufrisse ein Gesenk, in welchem dreieckige Feilen gehauen werden, und

auch halbrunde, in so fern es sich bei letzteren um die zunächst den Kanten auf der runden Seite hinlaufenden Theile des Hiebes handelt. Wie zu diesem Behufe die Feile eingelegt wird, ist aus Fig. 39, bei n, zu ersehen. Bleierne Unterlagen oder Hau-Bleie werden jederzeit angewendet, wenn auf der aufliegenden Fläche der Feile schon ein Hieb vorhanden ist, welcher auf einer eisernen Unterlage beschädigt werden könnte. Für flache und viereckige Feilen, so wie für halbrunde, wenn dieselben auf der Mitte ihrer runden Seite gehauen werden, ist das Haublei eine ebene, 3 bis 4 Zoll lange, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll breite, $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Platte; dreieckige Feilen und halbrunde, in so fern die letzteren am Rande ihrer runden Seite den Hieb erhalten sollen, erfordern ein Blei von der Gestalt des in Fig. 38, 39 abgebildeten Hau-Gesenkes; die Bleie für runde Feilen, Vogelzungen, und auch für halbrunde, wenn diese auf der flachen Seite gehauen werden, sind mit runden Rinnen versehen, wie Fig. 37 (a, b) zeigt.

Wenn die Feilen in die Hauwerkstätte gebracht werden, so reibt man zuerst den Kalküberzug ab, schmiert die Oberfläche mit Schweinfett oder Öhl, hält sie mittelst eines Riemens, der an zwei Stellen darüber gelegt und von den Füßen des sitzenden Arbeiters angespannt wird, auf dem Amboße fest, fängt nun das Hauen bei der Spitze an, und fährt damit gegen die Angel hin fort. Jeder Schlag des Hammers bringt einen Einschnitt und hinter demselben einen Grath oder Aufwurf hervor, an welchen die Schneide des Meißels zunächst angesetzt wird. Das Gefühl in der Hand des Arbeiters ist es demnach, welches die richtige Stellung des Meißels für den nächsten Einschnitt augenblicklich und mit Sicherheit finden läßt. Daher die Beobachtung, daß selbst Kinder die Arbeit des Feilenhauens mit großer Geläufigkeit ausüben, und daß trotz der Schnelligkeit, mit welcher die Schläge auf einander folgen, doch der Hieb bei guten Feilen eine bewunderungswürdige Gleichheit hinsichtlich der Entfernung und Tiefe der Einschnitte zeigt. In den großen Fabriken macht jeder Arbeiter stets nur einerlei Art von Hieb, wodurch die Vollkommenheit sehr befördert wird. Wenn alle Flächen mit dem Grundhiebe versehen sind, wird der Kreuzhieb aufgesetzt, vorher aber der Grath an den Einschnitten des Grundhiebes mittelst einer flachen

Feile abgestrichen, d. h. ganz oder größtentheils weggenommen. Weil nämlich der Grath nicht bei allen Einschnitten gleich stark ist, so würden, ohne das Abstreichen, die durch den Kreuzhieb entstehenden Zähne sehr ungleichförmig ausfallen. Nach Vollendung des Hauens taucht man die Feilen wieder in Kalkwasser, um sie so lange vor Rost zu bewahren, bis sie gehärtet werden.

Es sind viele Versuche gemacht worden, die Feilen mittelst Maschinen zu hauen. Diese Arbeit ist im Grunde so einfach, daß es nicht sehr schwer hält, eine Maschine dafür zu erdenken, welche die Hauptbedingungen erfüllt. Wenn die Feile auf einer zweckmäßigen Unterlage befestigt, und der Meißel über derselben in der gehörigen Stellung angebracht ist, so wird mittelst eines Hammers, welcher von bestimmter Höhe herabfällt, der Schlag gegeben; dann rückt sogleich — während der Hammer von Neuem gehoben, und auch der Meißel durch eine Feder ein wenig in die Höhe gedrückt wird — die Feile um so viel fort, als die beabsichtigte Entfernung zwischen den einzelnen Einschnitten erfordert. Alle diese Bewegungen in regelmäßiger Aufeinanderfolge hervorzubringen, ist eine leichte Aufgabe. Bei den Einzelnheiten der Ausführung werden aber größere Schwierigkeiten angetroffen: 1) Die Maschine kann, wegen der mannigfaltigen Bewegungen, welche dabei vorkommen, nicht ganz einfach seyn; dieser Umstand macht sie wenig geeignet, die von den Schlägen des Hammers verursachten unaufhörlichen Erschütterungen ohne Nachtheil für die Genauigkeit ihrer Wirkung auszuhalten. 2) Beim Anschleifen eines stumpf oder schartig gewordenen Meißels geschieht es leicht, daß die Schneide eine etwas veränderte Stellung erhält. Wird nun das Schleifen mitten im Hauen einer Feile nöthig, so kann es nicht fehlen, daß die Stelle, wo das Hauen vom Neuem angefangen wird, kenntlich bleibt. 3) Die stets gleich bleibende Stärke der Hammerschläge, welche man bei oberflächlicher Betrachtung für einen Vorzug der Maschine ansehen könnte, ist weit entfernt, dieß zu seyn. Stellen von verschiedener Härte kommen im Stahle sehr häufig vor, und veranlassen ein ungleichmäßiges Eindringen des Meißels, also Hiebe von ungleicher Tiefe. Die Flächen der Feilen sind nicht immer vollkommen eben

hergestellt, und die Schneide des Meißels, welcher eine bestimmte Lage gegen jene Flächen gegeben ist, dringt also an den mehr hervorragenden Stellen tiefer ein. Endlich verlangen spitzige Feilen an dem schmalen Ende schwächere Hammerschläge, wenn nicht hier der Meißel tiefere Einschnitte als auf dem breiten Theile machen soll. Diese und vielleicht noch andere Umstände erschweren sehr die gelungene Ausführung einer Feilenhau-Maschine; es liegen aber darin keine unüberwindlichen Hindernisse, vielmehr ist es außer allem Zweifel, daß gute Feilen auf Maschinen gehauen werden können. Die besten der bisherigen Versuche scheinen aber an dem Mangel ökonomischen Vortheils gescheitert zu seyn. Ein Arbeiter, der zur Bediennng der Maschine erfordert wird, könnte in den meisten Fällen eben so schnell das Hauen einer Feile aus freier Hand verrichten; mehrere Feilen gleichzeitig auf Einer Maschine zu verfertigen, dürfte aber kaum ausführbar gefunden werden. So erklärt sich, warum Feilenhau-Maschinen gegenwärtig nirgend bei einem großen Betriebe im Gebrauche sind, wenn nicht etwa bei der Verfertigung der feinsten Uhrmacher-Feilen in England und in der Schweiz. Der Hieb jener Feilen ist so sehr fein, und zugleich so regelmäßig, daß es Überwindung kostet, ihn für das Erzeugniß der Handarbeit anzusehen. Bei kleinen und feinen Feilen ist übrigens auch mehr als bei anderen ein ökonomischer Nutzen von der Anwendung der Maschinen zu erwarten.

4) Das Härten der Feilen wäre eine einfache und sehr leichte Operation, wenn nicht die feinen Spitzen des Hiebes viele Vorsicht nöthig machten, da sie so sehr der Oxydation ausgesetzt sind, und doch vollkommen hart seyn müssen, falls die Feile Anspruch auf Brauchbarkeit machen will. Das Mittel, welches man anwendet, um die Einwirkung der Luft und des Härtewassers auf jene Spitzen zu verhindern, besteht in einem Überzuge, der aus verkohltem Leder oder Horn (auch verkohlten Knochen, Ochsenklauen oder Pferdehufen), Ofenruß, etwas Pferdemist, Kochsalz und Töpferthon zusammengesetzt wird. Alle diese Stoffe, fein gepulvert, rührt man mit Bierhefen an, und streicht die Masse in einer dünnen und gleichförmigen Schichte mittelst des Pinsels auf die Feilen, welche hierauf über dem Feuer langsam

getrocknet werden. Zu diesem Behufe sind oben in der Esse, an der Feuermauer, Eisenstäbe angebracht, auf welche die Feilen der Reihe nach gelegt werden. Bequemer und eben so wirksam ist das Verfahren anderer Fabriken, wo man Rockenmehl mit gesättigter Kochsalzauflösung zur Dicke eines Syrups anrührt, und damit die Feilen durch Eintauchen überzieht. Nach Vollendung des Trocknens nimmt ein Arbeiter, der zugleich den Blasebalg zieht, die Stücke einzeln mit einer Zange, erhitzt sie in dem mit Kokes oder Holzkohlen genährten Feuer, steckt sie dunkelrothglühend in ein Gefäß voll gepulverten Kochsalzes, richtet sie, wenn es nöthig ist, mittelst eines hölzernen oder bleiernen Hammers gerade, bringt sie wieder ins Feuer, und taucht sie endlich langsam in eine tiefe Bütte, welche mit Regenwasser gefüllt ist. Die Feilen werden beim Eintauchen vertikal, mit der Spitze nach unten gehalten. Die Angel härtet man am besten gar nicht; wenn es indessen geschieht, so muß der Käufer der Feilen, bevor er dieselben gebraucht, die Angel durch Anfassen mit einer glühenden Zange weich machen, um das Abbrechen zu verhüthen.

Unmittelbar nach dem Härten wirft man die Feilen in sehr verdünnte Schwefelsäure, welche die nachfolgende Reinigung erleichtert. Wenn das Härtewasser sich durch fortgesetzten Gebrauch bedeutend erwärmt, so wird es durch einen Zapfen am Boden der Bütte abgelassen, und durch frisches ersetzt. Das Kochsalz, worin man die Feilen taucht, befördert vielleicht die Härtung, wenigstens ist gewiß, daß die Hitze, welche man den Feilen gibt, nicht hinreicht, das an deren Oberfläche hängen gebliebene Salz zu schmelzen, folglich auch der Zweck nicht seyn kann, durch dasselbe einen glasartigen Überzug zum Schutze gegen die Oxydation herzustellen.

Die Operationen, welche nach dem Härten noch mit den Feilen vorgenommen werden, beschränken sich auf das R e i n i g e n und E i n ö h l e n. Die Entfernung des Überzuges, welcher noch auf der Oberfläche sitzt, geschieht durch eine Trommel oder Walze, deren Umkreis mit Bürsten oder Karden besetzt ist, und sich in einem Wassergefäße umdreht. Man hält die Feilen in verschiedenen Richtungen an, bis sie rein sind, und trocknet sie dann schnell auf einer geheitzten Eisenplatte. Noch warm

taucht man sie in Baumöhl, welchem öfters etwas Terpenthinöhl zugesetzt wird, läßt sie auf einem schräg liegenden Roste abtropfen, und verpackt sie in Papier.

Einzelne Arten von Feilen erfordern besondere Verfahrungsarten bei ihrer Verfertigung. So werden manche Riffelfeilen erst nach dem Hauen gebogen. — Die Backenfeilen der Messerschmiede (Taf. 99, Fig. 18) erhalten vor dem Hauen die ihrer Länge nach laufenden Furchen durch ein stählernes Instrument wie Fig. 19, dessen Einschnitte entsprechende Kerben besitzen, und welches über die Feile mehrmahls hingezogen wird. Das Hauen selbst geschieht mit zweierlei Meißeln. Ein breiter, mit geradliniger Schneide, wird zuerst angewendet, und reicht über die ganze Breite der Feile; mit einem kleinen und schmalen wird der Hieb in einzelnen tieferen Furchen, wo es nöthig scheint, nachgearbeitet. — Daß mehrere Arten von Feilen zur Bearbeitung der Hornkämme statt des Hiebes eingefeilte Kerben besitzen, und ungehärtet bleiben, ist schon erwähnt worden. — Die Fräsen oder Schneidräder (Taf. 99, Fig. 14—17) erhalten ihre Einschnitte theils durch Hauen mit einem Meißel, theils durch Einfeilen, theils durch Einschneiden mit einer andern, kleinen und scharfrandigen Fräse von der Form der Fig. 14. — Daß manche Uhrmacher-Feilen mit dem Messer geschnitten werden, ist schon (S. 570) erwähnt worden. — Die Arrondirfeilen der Finirmaschine (S. 575) werden auf eigenthümliche Weise mittelst Maschinen verfertigt, worüber die Beschreibung dieser Maschine Aufklärung gibt.

Schließlich ein Paar Worte über das Aufhauen alter abgenutzter Feilen, welches oft, wiewohl mit geringem Gewinne, vorgenommen wird, und höchstens bei ganz großen Feilen Vortheil bringt, wo das Gewicht des Stahls bedeutenden Einfluß auf den Preis hat. Wenn einer Feile ein neuer Hieb gegeben werden soll, so muß zuerst der alte vollständig weggeschafft, und die Fläche glatt gemacht seyn. Man erweicht daher die Feile durch Ausglühen, und schleift sie auf einem großen Schleifsteine ab. Nur bei kleinen und fein gehauenen Feilen geht es an, den alten Hieb durch Abfeilen wegzunehmen, weil ein grober Hieb die Feilen zu sehr angreift. Wenn es daher an Ge-

genheit zum Schleifen gebricht, so wählt man für größere Feilen das eigenthümliche Verfahren, daß man sie im weißroth glühenden Zustande mit der sogenannten Abfeilraspel (welche die Form einer großen Armfeile, aber den Hieb einer sehr groben Raspel, und an jedem Ende ein hölzernes Heft besitzt) abfeilt. Das Hauen und Härten wird hierauf nach der schon bekannten Weise vorgenommen.

Alte Feilen, welche zum Aufhauen nicht mehr geeignet sind, verwendet man, nach vollständiger Abnutzung, durch zweckmäßiges Abschleifen noch zu anderen Werkzeugen, welche große Härte erfordern, wie Grabstichel, Drehstähle, Bohrer, Schaber für Kupferstecher und Goldarbeiter, Geißfüße zum Schneiden hölzerner Schrauben rc. (vergl. einen Fall dieser Art, Bd. IV. S. 161); oder man gebraucht sie als Material zum Anstählen von Hämmern u. dgl.

K. Karmarsch.

Feilkloben.

Da es bei der Bearbeitung der Metalle mittelst der Feile nur in seltenen Fällen angeht, die Arbeit frei mit der Hand zu halten, so ist zur Befestigung derselben eine eigene Vorrichtung nöthig. Als solche dient für größere Gegenstände der Schraubstock (s. diesen Artikel), für kleinere der Feilkloben. Der letztere gestattet, so fern er in der Hand gehalten wird, eine beliebige Wendung des Arbeitsstückes, folglich eine Bearbeitung desselben auf verschiedenen Seiten, welche im Schraubstocke nur durch öfteres Umspannen erreicht werden kann. Die gewöhnlichste Gestalt der Feilkloben zeigt (an einem Exemplare der kleinsten Gattung) Fig. 14, auf Taf. 100. Die zwei Hauptteile, aus welchen das Werkzeug besteht, sind bei c durch ein einfach gearbeitetes Gewinde verbunden, und endigen sich in die Backen a und b, welche zusammen das Maul bilden. Der ganze Feilkloben ist von Eisen, aber sehr oft durch Einsetzen oberflächlich in Stahl verwandelt; nur die Backen sind von aufgeschweißtem Stahle gebildet, und ihre inneren Flächen nach Art einer Feile rauh gehauen, um fester zu fassen. Überdieß bemerkt man in der Zeichnung, daß die Backen nur oben sich berühren, indem ihre

einwärts gekehrten Flächen nach unten divergiren. Hierdurch erreicht man (in Folge der Bogenbewegung beim Öffnen des Feilklobens), daß bei einer mäßigen Öffnung, welche am häufigsten gebraucht wird, die Backen parallel mit einander stehen, folglich einen zwischen ihnen befindlichen Gegenstand mit der ganzen Fläche fassen und festhalten. Die Schraube e g besitzt bei e einen Kopf, steckt fest in einem Loche von a c, geht frei durch ein anderes Loch in b c, und bewirkt das Schließen des Maules, wenn man ihre Flügelmutter f (statt welcher bei großen Feilkloben wohl auch eine vier- oder sechseckige Mutter mit aufzusteckendem Schlüssel angebracht ist) rechts umdreht. Beim Zurückdrehen der Mutter treibt die Feder d die Backen aus einander. Damit bei der Bogenbewegung der Backen, welche durch die Drehung um das Gewinde c entsteht, kein Klemmen der Schraube eintreten kann, ist das Loch in b c hinlänglich geräumig, und überdieß wird meist auch noch die Schraube ein wenig abwärts (nach dem Gewinde hin) gebogen.

Der Feilkloben in Fig. 14 ist ein breitmauliger, welcher sich vorzüglich zum Einspannen flacher Stücke eignet. Für schmale oder runde Gegenstände, welche während des Befeilens viel gedreht werden müssen, bedient man sich zweckmäßiger eines schmalmauligen Feilkobens (wie Fig. 15), an welchem die geringe Breite der Backen a, b bereitwilliger die Drehung gestattet, wenn es wie gewöhnlich horizontal auf den Werktisch oder eine andere Unterlage gelegt wird.

Zuweilen werden Feilkloben, besonders größerer Art, auf irgend eine Weise an der Werkbank befestigt, und bilden dann den Übergang zu den Schraubstöcken, von welchen sie sich wesentlich nur durch die Unbeweglichkeit der Schraubenspindel unterscheiden. Solche, für manche Fälle sehr bequeme Einrichtungen zeigen Fig. 16, 17 und 18. Fig. 16 ist ein großer Feilkloben, dessen Befestigung durch drei Holzschrauben geschieht, für welche die Löcher in der Platte l und in dem Fortsatze i des Gewindes angebracht sind. h ist der Schlüssel der viereckigen Schraubenmutter. Fig. 18 besitzt zur Befestigung eine kleine Schraubenzwinge m; und Fig. 17 wird mittelst der Holzschraube k in den Tisch eingeschraubt.

Die allerkleinsten, ganz aus Stahl verfertigten Feilkloben versieht man zur bequemern Handhabung mit einem Stiele, wovon sie den Nahmen Stielkloben, Stielklöbchen erhalten. Eine ähnliche Einrichtung findet man öfters selbst an größeren Feilkloben, indem statt der Schraube k von Fig. 17 eine spitzige Angel angebracht, und diese in ein hölzernes Heft gesteckt ist. Die eigentlichen Stielkloben (Fig. 26) sind entweder breitmaulige oder schmalmaulige; letztere werden von den Uhrmachern Stiftenklöbchen genannt, weil sie zum Einspannen abzufeilender Stifte u. dgl. (wobei sie in der Hand gedreht werden müssen) besonders bequem sind. Fig. 24 ist ein Stielkloben, welcher gebraucht werden kann, um etwa ein langes Stück Draht einzuspannen, welches bloß an einem Ende befeilt werden soll. Statt des Gewindes und der Feder ist hier ein elastischer Bogen y angebracht, der als Fortsetzung ein kurzes Rohr z trägt. Letzteres steckt in dem hölzernen Hefte D, welches seiner ganzen Länge nach durchbohrt ist. Man bringt den Draht durch das Heft ein, schiebt ihn durch ein Querloch 1 der Schraube, und läßt ihn so zwischen die Backen gelangen, von welchen er auf die gewöhnliche Weise festgehalten wird. Auf diese Art kann man z. B. nach und nach eine Anzahl Stifte von dem Drahte abfeilen, indem man letzteren, so oft es nöthig wird, weiter herauszieht. Das Rohr z kann, hinreichend verlängert, unmittelbar als Stiel dienen, wodurch das hölzerne Heft wegfällt.

Einige Arten von Stielklöbchen werden bisweilen von Uhrmachern zu besonderen Zwecken gebraucht. So das Kronrad-Stielklöbchen, Fig. 27, dessen Backen einen geräumigen Ausschnitt 5 haben, damit ihr vorderster Theil bequem in die Vertiefung eines Kronrades greifen, und den Boden desselben festhalten kann; das Unruh-Stielklöbchen (Spindelklöbchen), Fig. 25, zum Einspannen der Spindel sammt der Unruhe oder eines andern Rades, dessen Welle dann zwischen den Backen bei 2 gehalten wird, während das Rad in der weiten Ausbiegung 3, 4 Platz findet; das Werkzeug Fig. 28, dessen Maul von zwei runden, in der Mitte durchbohrten Scheiben w, w gebildet, und sehr geeignet ist, ein Rad, ein Plättchen mit einem auf seiner Fläche stehenden Stifte u. dgl. zu halten, indem

die Welle, der Stift ꝛc. durch die Löcher x, x seitwärts hervorragt.

Wenn es sich um die Bearbeitung eines Gegenstandes handelt, welcher nicht ohne Gefahr, verdrückt oder beschädigt zu werden, in einem gewöhnlichen Feilkloben eingespannt werden kann, so bedient man sich mit Vortheil hölzerner Feilkloben, welche aus Weißbuchen, Buchsbaum, Guajak oder einem andern harten Holze verfertigt, und von verschiedener Einrichtung sind. Zuweilen besitzen sie vollkommen die Gestalt der eisernen Feilkloben, meist aber begnügt man sich mit einer viel einfachern Form. Fig. 21 ist ein solches Werkzeug der größten Gattung. Das Holz wird im Ganzen gedreht, dann der Länge nach in die Hälften A und B zerschnitten, welche man durch das aufgeschraubte eiserne Charnierband u vereinigt. Die eiserne Schraube und die Feder sind auf die gewöhnliche Weise angebracht. Fig. 22 unterscheidet sich von diesem durch eine zugespitzte Form der Backen, und durch die Gestalt des Gewindes v v. In Fig. 19 fehlt das Gewinde ganz, und die Theile A, B, zwischen welchen ein Messingplättchen o mittelst der Nieten p, p befestigt ist, öffnen und schließen sich bloß vermittelst der Elastizität des Holzes, welche freilich keine große Bewegung gestattet. Dieser Erfolg wird einfacher erreicht, wenn man das Holz im Ganzen läßt, und nur von m bis l einen Einschnitt mit der Säge macht. Um beim Gebrauche sich mit voller Bequemlichkeit drehen zu lassen, ist nicht nur, wie schon bei den vorhergehenden Figuren erwähnt, der Körper rund gebildet, sondern auch eine besondere Anordnung mit der Schraube getroffen. Der Kopf q sitzt nämlich an einem Rohre r, welches innerlich das Muttergewinde für die Spindel s enthält, und letztere wird an ihrem Kopfe t mittelst eines Schraubenziehers umgedreht. Das Werkzeug, welches in Fig. 20 abgebildet ist, dient den Juwelieren, um Ringe beim Einsetzen der Steine festzuhalten. Es gleicht Fig. 19, mit dem Unterschiede, daß es die gewöhnliche Flügelmutter, und überdieß einen zylindrischen Zapfen C besitzt, mit welchem es aufrecht in ein Loch des Arbeitstisches gesteckt wird.

K. Karmarsch.

Feldgestänge.

Stangenkünste, Kunstgestänge, Stangenleitung, Stangenwerk, nennt man Reihen von zusammen verbundenen Stangen, welche dazu dienen, die Kraft von der Umtriebsmaschine (dem Wasserrade, der Wassersäulenmaschine 2c. 2c.) bis zu den ausübenden Maschinentheilen (den Kunstsätzen, der Korbwelle 2c. 2c.) über Tage oder an der Erdoberfläche fortzupflanzen; denn sind sie unter Tage, in Gruben vorhanden, so heißen sie Streckengestänge. Sie sind stets ein Übel und nur dann anzuwenden, wenn es nicht thunlich ist, die Umtriebsmaschine unmittelbar mit den ausübenden Maschinentheilen zu verbinden. Denn die Feldgestänge vermehren: 1) die zu bewegende Masse einer Maschine, und daher auch den, wegen der Trägheit der Massen bei jeder Veränderung in der Richtung der Bewegung statt findenden Widerstand; — 2) erfordern sie sehr viel Holz und da sie den Abwechselungen der Witterung ausgesetzt sind, beständige Reparaturen; — 3) erfordern sie sehr viel Aufsicht, wenn sie nicht zum größten Nachtheil der Maschine sich schwer und unregelmäßig bewegen sollen; hauptsächlich aber verursachen sie — 4) Verlust am Hube und daher Verlust an der mechanischen Wirksamkeit der Maschine; denn die Erfahrung hat gelehrt, daß sie sich auch bei der zweckmäßigsten Konstruktion in den Schlössern, d. h. da, wo die einzelnen Stangen mit einander verbunden sind, ziehen und sich auch biegen, so daß der Hub, den sie den ausübenden Maschinen mittheilen, um $^1/_4$, $^1/_3$ auch wohl um die Hälfte kleiner ist, als der, welchen die Umtriebsmaschine hat.

Man hat daher in neuerer Zeit die Feldgestänge möglichst zu vermeiden gesucht, und lieber oft sehr kostbare Röschen getrieben, Gräben geführt und Gerinnen gelegt, um die Aufschlagewasser an den Punkt hinzuführen, wo die Umtriebmaschine unmittelbar mit den ausübenden Maschinentheilen verbunden werden konnte. — Seitdem die Dampfmaschinen bei dem Bergbau und dem Salinenwesen allgemeiner angewendet worden sind, hat man die Feldgestänge auch noch mehr verdrängt, da jene Maschinen fast überall hingestellt werden können, und durch die in

neuester Zeit verbesserte Feuerung und Dampferzeugung ihr Unterhalt auch nicht mehr so theuer als sonst ist.

Die wesentlichsten Stücke eines jeden Feldgestänges sind: 1) die einzelnen Stangen selbst. Sie dürfen sich nicht werfen, d. h. windflüglich schief ziehen, weil sie sonst einen schweren Gang erhalten und leicht zerbrechen. Man muß deßhalb sehr gut ausgetrocknetes Holz dazu nehmen. Eiserne Stangen dehnen sich in der Hitze des Sommers zu sehr aus und ziehen sich in der Kälte des Winters zu sehr zusammen, und sind deßhalb nicht so gut als Holz, welches eine nur geringe Veränderung in seiner Längenrichtung erleidet.

2) Die Verbindung der Stangen oder die Schlösser. Diese dürfen sich nicht aus einander ziehen und auch nicht veranlassen, daß das Gestänge, wenn es geschoben wird, sich biegt und bricht. — Man zahnt entweder zwei Stangen auf einander und befestigt dieses Schloß mit Ringen, wie Fig. 2, Taf. 101, oder besser, man stößt die Stangen so an einander, daß sie in ununterbrochenen Linien fortgehen und zahnt auf dem Wechsel zwei besondere Backenstücke auf und befestigt dieselben mit den Stangen durch 4 bis 6 hindurchgehende Schraubenbolzen, und durch zwei an den Enden angelegte Ringe, ungefähr in der Art wie Fig. 10, Taf. 101, zeigt.

3) Die Unterstützungspunkte der Feldgestänge müssen in vollkommen gerader Linie liegen, weil sonst das Gestänge schwer geht und leicht bricht; auch müssen sie fest seyn, sich nicht durch die Schwere des Gestänges senken und locker werden, weßhalb sie auf einem festen Grunde ruhen und durch Streben gut befestigt seyn müssen.

Man theilt die Feldgestänge nach der Verschiedenheit ihrer Konstruktion: 1) in Feldgestänge mit Schwingen und 2) in solche mit Walzen. — Erstere sind entweder Feldgestänge mit doppelten oder mit einfachen Schwingen; und diese letztern wieder entweder mit stehenden oder mit hängenden Schwingen. — Feldgestänge mit liegenden Schwingen sind wenig gebräuchlich und auch sehr unvollkommen.

Die Fig. 1 bis 11, Taf. 101 stellen ein Feldgestänge mit doppelten Schwingen im Profil und in wahren Grundrissen dar,

so wie es am Oberharz gebräuchlich ist. — Fig. 11 zeigt das eine Ende der **Korbstange** oder des **Bleuel**, welches an die Warze des Krummzapfens gehängt wird, weßhalb es mit eisernen Pfannen e versehen ist. Dieser Bleuel ist der Anfang der Bewegung des ganzen Feldgestänges. Das andere Ende des Bleuels, T, Fig. 1 und 9 ist mit der **Hauptschwinge** U M G verbunden. Die Verbindung ist durch ein **Kugeleisen** bei U bewerkstelligt, welches sich in gußeisernen Pfannen bewegt. Die Haupt- oder **große Schwinge** hängt bei M auf dem Gerüste p, und die beiden Stangen c und d sind mittelst zweier **Streckeisen** bei G und V mit jener verbunden. Durch die Streckeisen können die Zugstangen stärker gespannt werden. Fig. 2 zeigt eine **kleine Schwinge** m mit den beiden Zugstangen und dem **Schloß** bei F, nebst dem **Steg** oder **Straßbaum** L. — Fig. 3 endlich gibt eine Abbildung des **Kunstkreuzes** D, J, Q, K, H mit den Enden der beiden Zugstangen a und S b, und den beiden **Schachtstangen** R und P. Übrigens wird die Einrichtung und die Bewegung der Feldgestänge aus den Figuren deutlich.

Die **Feldgestänge mit einfachen Schwingen** sind von den vorigen bloß darin verschieden, daß hier nur ein einfaches und nicht, wie bey der vorigen Art ein doppeltes Gestänge an den Schwingen hängt, und daß der Ruhepunkt der Schwingen nicht in der Mitte, sondern an dem einen Ende derselben liegt. Die Böcke und Stege werden wie bei den Feldgestängen mit doppelten Schwingen konstruirt. Wird das obere Ende der Schwinge bewegt und ist das andere unterstützt, so heißt die Schwinge eine **stehende** und das Feldgestänge eines **mit stehenden Schwingen**; ist aber das obere Ende unterstützt und das untere Ende bewegt, so heißt die Schwinge eine **hängende**. Feldgestänge **mit hängenden Schwingen** haben im Allgemeinen den Vorzug vor denen mit stehenden, weil bei erstern das Gewicht des Gestänges und der Schwingen selbst zum leichtern Gange und zur Regelmäßigkeit in der Bewegung mit beiträgt, anstatt daß das Gewicht bei stehenden Schwingen leicht ein Zerbrechen herbeiführt. — Die Feldgestänge mit einfachen Schwingen haben den Vorzug, daß sie weniger Holz zu ihrer Konstruktion erfordern, daß man dabei die von dem Rade zu überwindende Last

in so fern besser vertheilen kann, daß man an jedem Ende der Welle einen Krummzapfen anbringt und das Schachtgestänge an Halbkreuze hängt. Dagegen lassen sich die einfachen Gestänge nicht füglich bei langen Strecken, so wie bei Räder- oder Treibmaschinen anwenden.

Wenn es die Lokalverhältnisse nicht gestatten, daß man den Mittelpunkt des Rades so tief legen kann, als die Gestänglinie bei dem Gestänge mit hängenden Schwingen, so muß man zunächst an die Korbstange erst eine Bruchschwinge bauen, und an diese das Gestänge anschließen. Eine doppelte Schwingung an die Korbstange zu legen, an deren oberes Ende diese letztere, an das untere aber das Feldgestänge zu hängen, ist nicht anzurathen, weil alsdann die Kraft nicht durch den Zug, sondern durch den Schub wirken müßte, wodurch das Gestänge leicht zerbricht.

Die Feldgestänge mit Walzen sind weit einfacher als die mit Schwingen, und daher auch weit weniger kostbar als diese. Das Gestänge liegt hier auf Walzen, welche sich in sogenannten Scherenstücken, runden Hölzern von ungefähr 8 bis 10 Zoll Stärke, welche mit ihrem untern Ende fest in die Erde eingesetzt und mit Streben befestigt, an ihrem obern Ende aber ausgenommen, oder mit zu beiden Seiten angenagelten Latten versehen sind, bewegen. Unter jeder Walze ist das Gestänge auf die Länge des Hubes mit einer Schleppschiene von buchenem Holz versehen, um die Reibung zu vermindern. — Jeder Scherenstock steht ungefähr 8 bis 10 Ellen von dem andern. Die Korbstange darf indessen nicht unmittelbar an das Walzengestänge angeschlossen werden, weil die krummlinige Bewegung des Krummzapfens starken Druck und starke Reibung in den ersten Walzen verursachen würde, sondern man muß die Korbstange oder den Bleuel erst in eine stehende Schwinge greifen lassen, und an diese sodann das Gestänge anschließen. Zwar ist die von der Schwinge mitgetheilte Bewegung nach nicht ganz geradlinig, wenn man sie indessen etwas lang macht, so wird die Höhe des Bogens, den sie beschreibt, sehr klein.

Nicht immer kann man die Feldgestänge in gerader Linie fortführen, da sie sich nach dem Terrain richten müssen; man muß ihnen daher noch durch andere Mittel zu Hülfe kommen.

Soll sich nämlich die Richtung des Fallens ändern, so hilft man sich durch Bruchschwingen und durch Kreuze, soll sich aber die Richtung des Streichens ändern, so hilft man sich durch Wendedocken.

Alle diese drei verschiedenen Maschinentheile haben im Wesentlichen ähnliche Konstruktion. Es sind nämlich starke vierkantige, kreuzweis zusammengefügte Hölzer, welche im Mittelpunkte ihres Kreuzes mit Zapfen versehen sind, um welche sie sich bewegen. Eine Wendedocke bewegt sich horizontal, und die kreuzweis zusammengefügten Hölzer sind an einer stehenden Welle befestigt; eine Bruchschwinge oder ein Kreuz bewegen sich in senkrechter Richtung. Zwischen beiden liegt der Unterschied bloß in dem Winkel, nach welchem die Arme zusammengefügt sind; ist der Winkel spitz, so nennt man den Maschinentheil eine Bruchschwinge; ist er aber beinahe oder ganz ein rechter, oder auch ein stumpfer Winkel, so nennt man ihn ein Kreuz, Fig. 3, Taf. 101. Ein ganzes Kreuz heißt es dann, wenn wenigstens an drei Armen Gestänge angeschlossen sind und daher alle vier Arme gleiche Länge haben müssen, ein halbes Kreuz aber, wenn nur zwei Arme mechanisch wirksam sind; letztere werden bei den Feldgestängen mit einfachen Schwingen angewendet und sehr zweckmäßig von Gußeisen konstruirt, erstere gebraucht man bei den Gestängen mit doppelten Schwingen.

Karl Hartmann.

Feuerherd.

Unter Feuerherd versteht man im Allgemeinen den Ort, in welchem durch das Verbrennen irgend einer Art von Brennstoff ein beliebiger Grad von Hitze für irgend einen Zweck hervorgebracht wird. Diese Feuerherde theilen sich in zwei Gattungen, nämlich in jene, welche durch ein Gebläse (Gebläsefeuer, Gebläseöfen), und in jene, welche durch den natürlichen Luftzug angefacht werden. Nur von letzteren ist hier die Rede, und die Angabe der allgemeinen Bedingungen zur zweckmäßigen Einrichtung des Feuerherdes, welche dem Baue eines jeden Ofens mit natür-

lichem Luftzuge für irgend einen Zweck zum Grunde liegen, ist der Gegenstand dieses Artikels.

Die zweckmäßige Einrichtung eines Feuerherdes muß im Allgemeinen zwei Bedingungen erfüllen, nämlich: 1) die so viel möglich vollständige Verbrennung des Brennmaterials, um mittelst desselben so viel Hitze hervorzubringen, als seiner Beschaffenheit nach erhalten werden kann (s. Art.: Brennstoff); 2) die zweckmäßige Wirkung und Vertheilung dieser Hitze auf denjenigen Körper, auf welchen die Erwärmung zunächst wirken soll, oder welcher sich in dem Bereiche des Feuers oder in dem Heitzraume befindet. Die gehörige Verbrennung kann nur dadurch Statt finden, daß dem Brennmaterial bei hinreichend hoher Temperatur, welche mindestens die noch bei Tage sichtbare Rothglühhitze ist, so viel atmosphärische Luft zugeführt werde, daß die gesammte Oberfläche desselben mit jener in Berührung erhalten wird; folglich ein hinreichendes Durchströmen der Luft durch den glühenden Brennstoff oder der hinreichende Luftzug Statt finde. Die Stärke dieses Luftzuges für verschiedene Zwecke hängt von der Einrichtung des Schornsteines oder der Esse ab. Ein vollständiger Feuerherd besteht sonach 1) aus dem Feuerraume oder dem Feuerherde im engern Sinne, in welchem das Verbrennen bewerkstelligt wird; 2) aus dem Heitzraume, auf welchen die Hitze aus dem Feuerraume zunächst wirkt; 3) aus dem Schorsteine, dem Rauchfange oder der Esse, welche Luft und Rauch aus dem Feuerraume aufnimmt und aufwärts fortführt.

1) Der Feuerraum.

Der Feuerraum oder der Feuerherd im engern Sinne muß eine solche Einrichtung erhalten, daß in demselben diejenige Quantität Brennmaterial, welche zur Bewirkung der beabsichtigten Heizung nöthig ist, und die von der Größe des Heitzraumes abhängt, Platz findet, und daß der erforderliche Luftzug durch das Brennmaterial vor sich gehen kann, um die Verbrennung möglichst vollständig zu bewirken. Die erstere Bedingung wird leicht durch die beliebige Ausdehnung des Feuerraumes erreicht; schwieriger ist die Erfüllung der zweiten, nämlich der vollständigen Verbrennung, oder was dasselbe ist, der Verbrennung ohne Rauch. Es

müssen zu diesem Behufe die Bedingungen dieser vollständigen Verbrennung näher angegeben werden.

Die Bestandtheile des Rauches, wie er bei der Verbrennung von Holz, Torf und Steinkohlen aufsteigt, sind theils die auch der vollständigeren Verbrennung eigenthümlichen Produkte, theils solche, welche nur aus der unvollständigen Verbrennung entstehen. Erstere sind 1) der größtentheils aus Azotgas bestehende Rest der atmosphärischen Luft, welche mit dem Brennmaterial in Berührung war; 2) das kohlensaure und Kohlenoxydgas, welche durch Abgabe des Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft an den Kohlenstoff des Brennmaterials entstanden sind; 3) die mit diesen Luftarten gemischten Wasserdämpfe, welche theils aus dem in den Brennstoffen enthaltenen Wasser, theils aus demjenigen Wasser entstehen, welches bei der Verbrennung durch die Verbindung des Sauerstoffes mit dem Wasserstoffe, der in dem Brennstoffe enthalten ist, gebildet wird. Diejenigen Bestandtheile des Rauches, welche Produkte der unvollständigen Verbrennung sind, sind 1) bei den Steinkohlen Ammoniak, bei dem Holze brandige Holzsäure, welche mit den Wasserdämpfen sich entbinden (die letztere gibt dem Holzrauche den eigenthümlichen Geruch, und die die Augen affizirende Schärfe); 2) kohlenhaltiges Wasserstoffgas (Kohlenwasserstoffgas und öhlbildendes Gas), welches der Verbrennung entweder aus Mangel der hinreichenden Berührung mit Luft, oder aus Mangel der hinreichend hohen Temperatur entgangen ist; 3) verflüchtigter Theer und brenzliches Öhl, welche bei der Verbrennung aus denjenigen Theilen des Brennmaterials, die noch nicht die vollständige Glühhitze angenommen haben, in Folge einer vorläufig eintretenden Verkohlung sich entwickeln, und auf die vorige Weise unverbrannt davon gehen; 4) verflüchtigte Kohlentheile, die gleichfalls der Verbrennung entgingen, und mit dem Luftstrome fortgeführt werden. Diese Kohlentheile sind theils solche, welche mechanisch von dem Luftstrome aus der sich bildenden Kohle mit fortgerissen werden; theils diejenigen, welche aus den beiden Arten des Kohlenwasserstoffgas in der Glühhitze sich ausscheiden (Kienruß), wenn dieses aus Mangel an Luft der Verbrennung entgeht. Die mit den Dämpfen von Ammoniak oder von Holzsäure gemischten Wasser-

dämpfe, welche sich zu Nebel kondensiren, indem sie in die kühlere Atmosphäre treten, die Dämpfe des Theers und des brenzlichen Öhles, die sich auf dieselbe Art kondensiren, und die freien Kohlentheile bilden dasjenige, was am Rauche sichtbar ist. Letztere in Verbindung mit der Holzsäure oder dem Ammoniak, und mit dem Theer und dem brenzlichen Öhle bilden den Ruß der Schornsteine.

Der Rauch ist daher jederzeit das Resultat einer unvollkommenen Verbrennung, und die Stärke desselben gibt ein Maß des Grades dieser Unvollkommenheit. Legt man in einen glühenden Feuerraum ein der Größe dieses Raumes und seiner Hitze angemessenes Stück Holz, so bewirkt die äußere Erhitzung desselben sogleich die Entwickelung von theerhaltigem Kohlenwasserstoffgas aus den der Oberfläche zunächst liegenden Theilen, welches, indem es hervortritt, der Glühhitze begegnet, folglich, wenn die hinreichende Luftmenge beiströmt, in der Gestalt der Flamme vollständig verbraunt wird. Wäre die nöthige Luftmenge nicht vorhanden, so würde ein Theil dieses Kohlenwasserstoffgas mit dem ausgeschiedenen Kohlenstoffe und mit dem Theerdampfe unverbrannt davon gehen. Legt man dagegen auch bei gehörigem Luftzuflusse ein viel größeres Stück Holz in den Feuerraum, oder mehrere Stücke über einander, so daß die obern Theile von der untern Gluth so weit entfernt werden, daß die brennbare Gasart, indem sie hervortritt, nicht sogleich die Glühhitze erhält; so wird sie ebenfalls unverbrannt entweichen, und statt der Flamme Rauch erscheinen. Die vollständige Verbrennung oder die Verbrennung ohne Rauch kann also nur dann eintreten, wenn jeder einzelne Theil des Brennstoffes bei hinreichend hoher Temperatur mit der hinreichenden Luftmenge in Berührung kommt, so daß in allen Fällen die beiden wesentlichen Bedingungen der vollständigen Verbrennung nur in der hinreichend hohen Temperatur des Feuerraumes und in der Zuführung der hinreichenden Luftmenge bestehen. Die hohe Temperatur wirkt dabei am nachdrücklichsten, weil durch dieselbe beim Verbrennen nicht nur dieselbe Menge atmosphärischer Luft mehr Sauerstoff an das Brennmaterial abgibt, so daß die verbrannte Luft an Sauerstoff ärmer entweicht, sondern auch durch die Verstärkung des Luftzuges selbst die zuge-

führte Luftmenge größer wird. Daher ist unter übrigens gleichen Umständen und bei derselben Einrichtung die Verbrennung immer vollständiger bei jenen Feuerungen, bei welchen ein hoher Hitzgrad Statt findet. Eine solche mit Rauch begleitete Verbrennung ist also ein aus der eigentlichen Verbrennung und aus der Verkohlung oder der trockenen Destillation eines Theils des Brennmaterials gemischter Prozeß; daher die oben erwähnten Produkte auch keine andern sind, als welche bei der trockenen Destillation des Brennmaterials erhalten werden.

Wie das Brennmaterial beschaffen seyn müsse, um die Vollständigkeit der Verbrennung zu begünstigen, ist bereits im Art. Brennstoff, Bd. II., S. 91 erklärt worden. Hier kommt nur dasjenige zu berücksichtigen, was durch die Einrichtung des Feuerherdes für die Vollständigkeit der Verbrennung des im Übrigen zweckmäßig vorbereiteten Brennmaterials zu bewirken ist. Hier liegt nun, nach dem Vorigen, der Hauptzweck darin, dem Feuerraume bei der hinreichend hohen Temperatur die nöthige Luftmenge zuzuführen, damit alle brennbaren Theile mit derselben in Berührung kommen können. Rücksichtlich der Art, wie der Luftzug erfolgt, kann man die Feuerherde in zwei Klassen theilen, nämlich: a) jene mit aufwärts gehendem, und b) jene mit niederwärts gehendem Luftzuge.

a) Feuerherd mit aufwärts gehendem Luftzuge.

Diese Einrichtung ist die gewöhnliche, welche bei dem Baue der meisten Öfen für verschiedene Zwecke Statt findet, und von welcher die Fig. 6, Taf. 95 die einfachste Einrichtung darstellt. Das Brennmaterial liegt hier auf einem Roste, auf welchen es durch eine Seitenthür (die Heizthür) eingebracht wird; unterhalb des Rostes befindet sich der Aschenraum, zu welchem die Aschenthür führt, durch welche zugleich die Luft unter den Rost tritt, und durch die Zwischenräume des letztern durch das Brennmaterial nach aufwärts streicht. Eben diese Einrichrichtung ist bei den in Taf. 1, Fig. 10, 11, 12; Taf. 2, Fig. 1 bis 7; Taf. 39, Fig. 6; Taf. 51, Fig. 1; Taf. 86, Fig. 6, 7, 8; Taf. 87, Fig. 1, 2; Taf. 89, Fig. 5; Taf. 91, Fig. 12, 13 vorgestellten Öfen verschiedener Art vorhanden.

Über die Einrichtung und Verhältnisse des Feuerraums ist Folgendes zu berücksichtigen.

Der Rost. Der Rost dient als Auflage für das Brennmaterial, und seine Zwischenräume lassen sowohl die Luft in das Feuer treten, als auch die Asche in den Aschenraum durchfallen. Er muß daher die gehörige Stärke haben, sowohl um die Quantität des auf einmahl einzulegenden Brennstoffes zu unterstützen, als auch der allmählichen Zerstörung bei der höhern Hitze wenigstens auf längere Zeit zu widerstehen. Seine Zwischenräume müssen weit genug seyn, damit diejenige Menge Luft, welche das Brennmaterial zu seiner Verzehrung erfordert, durchdringen könne, und noch eng genug, damit wohl die Asche, nicht aber noch kleinere unverbrannte Stücke des Brennmaterials durchfallen. Der Rost besteht für kleinere Herde aus parallel liegenden vierkantigen Eisenstäben, deren Kanten in der horizontalen und senkrechten Ebene liegen, wie die Fig. 7, Taf. 95 zeigt; am hintern und vordern Ende liegen sie in einer mit Ausschnitten versehenen, in dem Mauerwerke befestigten Unterlage a b, wodurch man die Bequemlichkeit erhält, einzelne unbrauchbare Stäbe leicht auswechseln zu können. Die Stärke dieser Stäbe beträgt höchstens 1 1/4 Zoll, ihre Entfernung von einander 1/2 Zoll. Für größere Roste wendet man Stäbe von Gußeisen an, nach der in der Fig. 8 angegebenen Form, wo a die Ansicht von der Seite, b jene von oben, und c) den senkrechten Durchschnitt darstellt. An den beiden Enden sind zwei Vorsprünge oder Lappen angegossen von der halben Breite des Zwischenraumes, mit welchen sie auf der vordern und hintern Mauerbank an einander gelegt werden. Man gibt diesen Stäben eine Länge von 2 Fuß bis 2 Fuß 6 Zoll, oben eine Breite von 1 bis 1 1/4 Zoll, die sich nach unten bis auf 1/2 Zoll verjüngt; die Tiefe 1 1/2 bis 3 Zoll. Die Entfernung der Stäbe von einander beträgt 1/2 Zoll. Es ist vortheilhaft, die obere Fläche dieser Stäbe abzurunden, aus von selbst sich ergebenden Gründen. Für lange Feuerherde werden zwei bis drei Reihen solcher Stäbe mittelst einer dazwischen angebrachten Unterlage hinter einander gelegt, wie dieses aus den Fig. 1, 3 und 4, Taf. 51 ersichtlich ist.

Die Entfernung der Stäbe von einander oder die Größe

des Zwischenraumes, den sie zwischen sich lassen, hängt nicht sowohl von der Größe des Feuerraumes, sondern vielmehr von der Natur des Brennmaterials ab. Die Entfernung von ½ Zoll gilt für Steinkohlenfeuerung, und bei Holz für Roste von kleiner Dimension. Bei Holzfeuerung in größeren Herden kann diese Entfernung bis auf einen Zoll und darüber vermehrt werden, besonders in Herden, wo hauptsächlich das Flammenfeuer wirkt, und das Durchfallen kleiner Kohlen keinen besonderen, mit dem Vortheile des verstärkten Luftzuges vergleichbaren Nachtheil hervorbringt. In diesem Falle stellt man auch den Rost aus feuerfesten Ziegeln her, die mit den gehörigen Zwischenräumen entweder auf passenden Unterlagen oder in der Form eines Gewölbes neben einander aufgestellt werden. Der freie Zwischenraum zwischen den Roststäben beträgt nach den obigen Dimensionen für Roste aus Schmiede- und Gußeisen im Allgemeinen ein Viertheil der ganzen Rostfläche.

Für kleinere Herde kann dem Roste auch eine schüssel- oder korbförmige Gestalt gegeben werden, was den Vortheil hat, daß bei einem kleineren Querschnitte des Rostes dieselbe Quantität Brennmaterial mit einer größern Luftmenge in Berührung kommt, folglich mit einer geringern Ausdehnung des Rostes in der Horizontalfläche dieselbe Quantität Brennstoff verzehrt wird, wie bei den flachen Rosten. Die Fig. 9, Taf. 95, stellt eine ähnliche Einrichtung des Rostes vor. a a ist die äußere Mauer des runden Feuerherdes, oder auch eine Umgebung von Gußeisen, wenn die Wärme sich nach außen verbreiten soll; b ist der zylinder- oder korbförmige Rost, oben mit dem 3 bis 4 Zoll breiten Rande c versehen, mit welchem er auf der Mauer oder dem Vorsprunge der Umgebung aufliegt, so daß der Raum, welcher auf diese Art zwischen den äußern Roststäben und der Wand der Umgebung gebildet wird, durch diesen Rand von oben ganz geschlossen ist. Dieser Rand ist mit feuerfesten Ziegeln belegt, um ihn vor der Wirkung des Feuers zu schützen; d ist der Aschenfall, durch welchen die Luft eintritt. Ein solcher Rost dient für Steinkohlen, Kokes, Torf und Holzkohlen.

Die Größe des Rostes hängt theils von der Quantität des Brennmaterials ab, welche in einer bestimmten Zeit

verzehrt werden soll, theils von der Stärke des Luftzuges. Die erstere vermehrt, der letztere vermindert die nöthige Fläche des Rostes. Es lassen sich daher nicht wohl allgemeine Regeln zur Bestimmung der Rostfläche für jede Art von Feuerherd angeben. Im Allgemeinen steht die Rostfläche in der nächsten Beziehung zu der Größe des unmittelbar vom Feuerherde aus zu erhitzenden Raumes, dessen Temperatur die nützliche Wirkung des Feuerherdes ist, und hier kann man in Übereinstimmung mit den Erfahrungen, und in Betracht, daß es immer vorzuziehen ist, den Rost lieber zu groß als zu klein zu machen, als Regel annehmen, dem Roste den vierten Theil des horizontalen Querschnittes des unmittelbar zu erhitzenden Raumes (vor dem Eintritte der heißen Luft in die Kanäle und Züge des Heitzraumes oder in die Esse) zu geben. Diese Regel findet bei Herden aller Art von der Kesselfeuerung bis zu den Flammenöfen ihre Anwendung. Nach derselben ist in dem Artikel Dampfkessel, Bd. IV. S. 535 die Größe des Rostes (zu 1/4 der unmittelbar vom Feuer bestrichenen Bodenfläche) bestimmt, was bei dem Verhältnisse der Fläche der Züge zu der Bodenfläche, wie 7 zu 3, von der ganzen dampfgebenden erhitzten Fläche = 3/40 ausmacht. Um dieses Verhältniß auf die Quantität der auf dem Roste in einer Stunde verbrannten Steinkohlen zu reduziren: so erzeugen 40 Quad. F. der erhitzten Kesselfläche 4 Pfund Dampf in einer Minute, oder 240 Pf. in einer Stunde, wozu 30 Pf. Steinkohlen (8 Pf. Kohlen auf 1 Pf. Dampf) gehören, welche in einer Stunde auf dem Roste von 3 Q. F. verbrennen. Hiernach gehört zum Verbrennen von 10 Pf. Steinkohlen in einer Stunde eine Rostfläche von einem Quadratfuß; was für einen Quad. Met. 56 Kilogramm ausmacht. Der Gewerbsverein von Mühlhausen empfiehlt für jede in einer Stunde zu verbrennenden 50 Kilogr. Steinkohlen ein Quadratmeter Rostfläche mit 1/4 Zwischenräumen, was mit der vorigen Bestimmung nahe übereinkommt, zumahl die Fläche der Zwischenräume nicht immer als eine konstante Größe angenommen werden kann. Für Holzfeuerung ist ein kleinerer Rost hinreichend, weil bei derselben die Zwischenräume der Rostfläche durch das Holz weit weniger verengt und verstopft werden, als dieses bei den

Steinkohlen der Fall ist. Für Holz, Torf und Koaks braucht man höchstens die Hälfte der oben für Steinkohlen bemessenen Rostfläche, so daß für 10 Pfund Holz in einer Stunde eine Rostfläche von 1/2 Quad. Fuß hinreichend ist.

Die Form des Rostes ist gewöhnlich ein längliches Viereck, zuweilen auch kreisförmig, zumahl bei kleineren Feurungen, je nach der Form der Umgebung des Feuerraumes, der entweder eine parallelepipedische oder eine zylindrische Figur hat. Bei kleineren Herden, wo die Hitze gerade aufwärts gegen den zu erwärmenden Körper wirken soll, wie bei Kochherden, kann man der Umgebung des Feuerraumes eine elliptische Form geben, wie dieses in Fig. 10, Taf. 95 vorgestellt ist, wo a den Rost, b den Aschenfall bezeichnet, und c die Mündung ist, aus welcher die erhitzte Luft tritt, die dann auf die zu erhitzenden Gefäße wirket. Diese Zusammenziehung des Feuerraumes hat bei kleineren Herden, in denen nicht jene hohe Temperatur vorhanden ist, wie bei Herden, in denen bedeutende Massen von Brennstoff in der Gluth sind, den Vortheil, eine lebhaftere und vollständigere Verbrennung durch die hier verhinderte Abkühlung und Zerstreuung der Flamme in einen größern Raum zu bewirken.

Die Weite oder Breite des Feuerraumes über dem Roste ist bei der Feuerung mit Steinkohlen, die 3 bis 4 Zoll hoch auf dem Roste aufgelegt werden, der Breite des Rostes gleich, oder nur wenig größer; das Holz dagegen, das ein geringeres spezifisches Gewicht hat, und sich weniger dicht zusammen legt, als die Steinkohle, erfordert für gleiches Gewicht einen beyläufig vier Mahl so großen Raum. Der Feuerraum wird daher in diesem Falle bedeutend breiter gemacht als der Rost, und von den Längenseiten des in der Mitte liegenden Rostes aus bogenförmig an die Seitenwände des Ofens angeschlossen, damit die durch den Rost eingedrungene Luft den Raum, den das Brennmaterial einnimmt, so viel möglich gleichförmig erfülle. Für die Menge des auf ein Mahl einzulegenden Brennmaterials lassen sich keine Regeln angeben, sondern es muß hier bei jedem Feuerherde nach der Stärke des Luftzuges und anderer Umstände die Erfahrung entscheiden, bei welcher Quantität und nach welchen Zeiträumen des Nachlegens die verhältnißmäßig größte nützliche Wir-

kung durch die Verbrennung erhalten werde. Im Allgemeinen läßt sich als Regel angeben, 1) daß der Rost von dem Brennmaterial jederzeit bedeckt seyn müsse, damit keine Luft in den Feuerraum dringe, die zur Verbrennung nichts beiträgt, und den Heitzraum nur abkühlen würde; 2) daß das Verbrennen um so vollständiger erfolgt, je weniger jedes Mahl Brennmaterial nachgelegt wird, aus dem bereits oben S. 602 angegebenen Grunde. In der Ausübung läßt sich die letztere Regel bei diesen Feuerherden jedoch nicht befolgen, weil ein öfteres Nachschüren den Nachtheil mit sich bringt, daß durch die geöffnete Heitzthüre jedes Mahl eine bedeutende Menge kalter Luft in den Feuerraum tritt.

Die **Heitzthüre**, welche den Feuerraum verschließt, und durch welche das Brennmaterial eingebracht wird, muß so dicht als möglich schließen, um das Eindringen der Luft durch dieselbe, die nur den Zug durch den Rost stören würde, zu hindern. Sie besteht aus starkem Eisenblech oder aus Gußeisen, und ist in einem eisernen Rahmen mittelst Bänder und Angeln beweglich: an der innern Seite bildet sie einen rahmenförmigen Ansatz, um sie da mit Lehm oder Ziegeln verkleiden zu können. Im Großen wendet man Schiebthüren an, die mittelst eines Gegengewichts (Taf. 86, Fig. 8), oder mittelst eines Hebels bewegt werden. Die Heitzthür wird jederzeit um die Dicke der vorderen, den Feuerraum schließenden Wand von dem vorderen Ende der Roststäbe, also 6 bis 14 Zoll weit, entfernt, damit sie dem Feuer nicht zu nahe liege. Dieser Zwischenraum wird mit einer gußeisernen Platte bedeckt, die auch zum Auflegen und Einschieben des Brennmaterials dient.

Der **Aschenraum** oder **Aschenfall**, durch welche die zur Ernährung des Feuers dienende Luft unter den Rost tritt, erhält gewöhnlich den Querschnitt des Rostes. Seine Höhe ist willkürlich, da der Luftzug nicht von der Höhe dieses Raumes, sondern von den Dimensionen des Schornsteins oder der Esse abhängt. Man macht ihn jedoch, wenn es die Umstände zulassen, wenigstens so tief, daß die dessen Ausgang verschließende Aschenthüre weit genug unter der Heitzthüre liegt, um nicht erhitzt zu werden. Diese Aschenthüre vertritt zugleich die Stelle eines Registers, um den Zutritt der Luft unter den Rost zu reguliren. Es

ist daher auch am besten, wenn dieselbe als ein Schieber, der sich in einem eisernen Rahmen bewegt, eingerichtet ist, um nach Belieben mehr oder weniger geöffnet zu werden, so daß die größte Öffnung, die man geben kann, diejenige ist, welche der Fläche der gesammten Zwischenräume des Rostes gleich ist. Diese Regulirung des Luftzutrittes, über welche übrigens nur die jedesmahlige Beobachtung des Effektes des Feuerherdes die nöthigen Regeln angeben kann, ist nämlich für den Verbrennungsprozeß von besonderer Wichtigkeit, weil bei zu wenig Luft die Verbrennung unvollständig wird, bei einem überflüssig großen Luftzutritte hingegen ein bedeutender Wärmeverlust herbeigeführt wird, worüber der Art. **Brennstoff**, Bd. II. S. 102 nachzulesen ist. Strömt die Luft in den Aschenfall durch einen Kanal herbei (in welchem Falle der Querschnitt dieses Kanals, um die Geschwindigkeit der Luft nicht zu vermindern, etwas größer gemacht werden muß, als die Gesammtfläche der Zwischenräume des Rostes beträgt), so wird dieses Schiebe-Register in diesem Kanale angebracht. In einigen Fällen geht es an, die Regulirung des Schiebers durch eine pyrometrische Vorrichtung zu bewirken, um nahe denselben Hitzgrad des Feuerraumes zu erhalten (s. Art. **Pyrometer**). Auf welche Art das Spiel dieses Registers bei einem Dampfkessel von der Größe der Dampfentbindung selbst abhängig gemacht werden kann, ist im Art. **Dampfkessel**, Bd. IV. S. 561 angegeben. In denjenigen Fällen, in welchen mit geringeren Nebenkosten bereits erhitzte (unverbraunte) Luft in den Feuerherd mittelst jenes Kanales herbeigeführt werden kann, läßt sich eine bedeutende Brennstofersparniß erzielen, worüber Art. **Abdampfen**, Bd. I., S. 23, und Art. **Brennstoff**, Bd. II., S. 105 nachzusehen ist.

Bei Steinkohlenfeuerung kann auf dem Grunde des Aschenraumes ein Reservoir mit Wasser gehalten werden. Durch die von dem Roste niederwärts strahlende Wärme erwärmt sich dasselbe, vermischt sich in Dampfgestalt mit der einströmenden Luft, und diese in Berührung mit den glühenden Steinkohlen zersetzten Wasserdämpfe vermehren das Flammenfeuer (machen die Flamme länger), auch wird dadurch der untere Theil des Rostes mehr kühl erhalten, so daß dessen Stäbe länger dauern.

Die Feuerherde mit aufwärts gehendem Luftzuge haben nach ihrer ursprünglichen Einrichtung einige eigenthümliche Fehler, die dem vollständigen Verbrennungsprozesse nachtheilig sind, nämlich: a) der Zutritt der Luft durch den Rost ist, zumahl bei Steinkohlenfeuerung, durch die zeitweise Verstopfung seiner Zwischenräume wandelbar, daher nicht immer die zur völligen Verbrennung nöthige Luftmenge eintritt; b) das Nachlegen des Brennmaterials in der gehörigen Menge erfordert viel Vorsicht und Übung: ist es zu wenig, so geht viel unverbrannte Luft in den Schornstein; ist es zu viel, so wird die Verbrennung unvollständig und es entsteht Rauch; c) das aufgelegte Brennmaterial kühlt jedes Mahl den Feuerraum ab, weil es bis zum Beginn des Brennens erst eine bedeutende Menge Wärme aufnehmen muß; d) bei jedem Nachlegen durch die Heitzthür tritt eine Menge Luft unnöthig in den Feuerraum, die sich erhitzt und unverbrannt davon geht. Um diese Nachtheile zu entfernen, sind mehrere Verbesserungen gemacht worden, von welchen wir hier diejenigen aufführen, die einen praktischen Werth behaupten.

1) Um den wegen einer unvollständigen Luftzuführung durch den Rost von dem Feuerraume abziehenden brennbaren Rauch (das theer- und kohlenhaltige Wasserstoffgas) noch zu verbrennen, bevor er in den Heitzraum gelangt, wird durch einen Seitenkanal hinter dem Roste noch Luft eingelassen, welche dem glühenden Gas, indem es den Feuerraum verläßt, begegnet, und es noch verbrennt. Dabei muß jedoch ein Überschuß dieses Luftzutrittes möglichst vermieden werden, weil solche überflüssige Luft sonst einen Theil der Wärme aus dem Feuerherde unnöthig in den Rauchfang führt. Es ist vorzuziehen, wenn diese Luft schon erwärmt eintreten kann, übrigens aber von keinem Nachtheile, wenn sie auch kalt (wie die Luft unter den Rost) eintritt, sobald ihre Menge nicht überflüssig groß ist. Ein solcher sekundärer Luftzug zur Verbrennung des Rauches ist bereits in dem Art. Abdampfungsofen, Bd. I., S. 37 (Taf. 1, Fig. 13) angegeben. Bei der Anwendung dieses sekundären Luftzuges ist im Wesentlichen zu bemerken, 1) daß die Zuleitung desselben in das Feuer am besten an derjenigen Stelle Statt finde, an welcher die Flamme von dem Feuerherd in den Heitzraum abzieht,

also unmittelbar hinter dem Roste, oder an der erhöhten Brust, über welche das Feuer in den Heitzraum zieht, weil hier die Temperatur am höchsten ist; man kann daher unmittelbar hinter dieser Brust und parallel mit derselben eine senkrechte Spalte oder eine Reihe senkrechter Kanäle anbringen, die mit einem tiefer liegenden horizontalen Kanal, durch welchen die Luft einströmt, in Verbindung stehen; 2) daß die Kanäle, durch welche der sekundäre Luftzug Statt findet, mit Registern versehen seyen, um diesen Zug nach Belieben zu reguliren oder abzusperren, so daß der Zutritt der Luft immer nur in dem Maße Statt findet, als die Verbrennung des Rauches ihn nöthig macht; der vermehrte Luftzutritt ist vorzüglich im Momente des Eintragens des Brennmaterials nöthig.

Um für den sekundären Luftzug schon erwärmte Luft zu erhalten, kann man an den beiden Seitenwänden des Feuerraums zwei oder mehrere röhrenförmige Kanäle von Gußeisen anbringen, welche sich vorn neben der Heitzthüre öffnen, und am hinteren Theile des Rostes sich ausmünden. Auch kann man die Roststäbe selbst hohl machen, so daß die Luft durch dieselben hindurchzieht, und am Ende des Rostes in das Feuer tritt. In den meisten Fällen ist es hinreichend, in der den Feuerraum von vorn schließenden Mauer ober der Heitzthüre einige Röhren von Gußeisen, 1 bis 1½ Zoll im Durchmesser parallel mit den Roststäben, oder etwas gegen den Rost geneigt, einzulegen, die man mit Stöpseln oder Schiebern versieht, um die Luft durch dieselben in die von dem Brennmaterial aufsteigende Flamme nach Belieben einströmen zu lassen.

2) Zur möglichsten Beseitigung der oben unter b, c und d angegebenen Nachtheile dienen folgende Einrichtungen. Um den Eintritt der kalten Luft in den Heitzraum beim Öffnen der Heitzthüre zu vermeiden, dient die im Art. Abdampfungsofen, Bd. I., S. 40 (Taf. 2, Fig. 3) beschriebene Anordnung des Herdes. Ich habe diese Anordnung bei der Heitzung von Gasretorten mit vollständiger Verbrennung des Rauches angewendet. Bei Feuerherden, wo diese Entfernung des Rostes von der Heitzthür mehr als 7 bis 8 Fuß beträgt, wird jedoch das Eintragen des Brennmaterials beschwerlich.

Auf welche Art das Eintragen der Steinkohlen ohne die gewöhnliche Heitzthüre oder ohne Öffnen derselben geschehen könne, ist aus der Fig. 4, Taf. 52 ersichtlich. Der senkrecht oder in schiefer Richtung auf den Rost führende Kanal, durch welchen das Brennmaterial eingebracht wird, ist oben mit einem Schieber L und mit einem Deckel G versehen; das Brennmaterial wird auf den Schieber L gelegt, wo es sich vorläufig erwärmt, und der Deckel G geschlossen: wird der Schieber zurückgezogen, so fällt es auf den Rost. Der Schieber wird dann wieder an seine Stelle gebracht, bevor man den Deckel öffnet, um neues Brennmaterial aufzulegen. Bei dieser Einrichtung muß die Reinigung des Rostes von dem Aschenraume aus mit einem hakenförmig gebogenen Schüreisen geschehen.

Denselben Zweck erreicht man, indem man die Sohle der Heitzöffnung schief gegen den Rost abwärts legt, wodurch sie die Gestalt eines Trichters erhält, welcher dann mit dem Brennmaterial vollgefüllt erhalten wird, und aus welchem dieses auf den Rost niedersinkt. Diese Einrichtung ist in der Fig. 6, Taf. 2 ersichtlich. Dadurch kommt immer nur schon erhitztes Brennmaterial auf den Rost, und beim Auflegen der Steinkohlen findet kein schädlicher Luftzutritt Statt.

Derselbe Erfolg kann bei der gewöhnlichen Feuerungsart dadurch bewirkt werden, daß man den Rost selbst schief legt, nämlich vorn höher als hinten, und in die Heitzöffnung jedes Mahl so viel Steinkohlen nachlegt, damit dieselbe damit angefüllt wird. Die Cinders, welche nicht durch den Rost durchfallen, gelangen durch eine hinter dem Roste befindliche, durch einen rostförmigen Schieber verschließbare Öffnung in den Aschenherd. Diese Einrichtung ist in dem Art. Dampfkessel, Bd. IV. S. 539 (Fig. 3, Taf. 51) beschrieben.

Noch vollkommener wird eben diese Einrichtung nach der von Witty angegebenen Anordnung, welche in der Fig. 11, Taf. 95 vorgestellt ist. Der Rost a hat hier nur etwa ein Drittheil der gewöhnlichen Größe, dagegen ist die schiefliegende Sohle b der Heitzöffnung viel länger. Dieselbe ist mit dem Gewölbe e aus feuerfesten Ziegeln überspannt, und an dem vordern Ende der gußeisernen Bodenplatten ist der viereckige verschlossene Kasten c

befestigt, der mittelst einer Schraube vor und zurück bewegt werden kann, um die Kohlen nach Bedürfniß gegen den Rost nieder zu drücken; d ist die Thüre des Trichters, in welchen die Steinkohlen eingelegt werden. Vor dem Einlegen wird der Kasten c (der in der Figur in der vorgerückten Stellung angegeben ist) mittelst der Schraube zurückgezogen, und dann der Trichter wieder mit Kohlen angefüllt. Die Neigung der Bodenplatte b beträgt 30 bis 40 Grad. Bei dieser Einrichtung erleiden die in der Mündung des Feuerherdes auf der Bodenplatte angehäuften Kohlen durch die Hitze des Feuerraumes eine vorläufige Verkohlung, wie in einer Retorte, so daß die auf den Rost niedergehenden Kohlen sich größtentheils schon im Zustande der Koaks befinden; indem die aus den Kohlen auf der Bodenplatte sich entbindenden brennbaren Gasarten über den Feuerraum hinstreichen, begegnen sie der durch die glühenden Koaks durch den Rost eindringenden, zum Theil noch unzersetzten Luft, und werden verbraunt. Der Zutritt der Luft wird durch das Register der Aschenthüre regulirt. Beim Anfange der Feuerung wird zuerst Brennmaterial auf den Rost gebracht und entzündet; dann die Bodenplatte der Heitzöffnung und der Trichter mit Kohlen gefüllt, und des letzteren Thüre d gut verschlossen. Diese Einrichtung des Feuerherdes, welche sich schon im Wesentlichen dem Feuerherde mit niederwärts gehendem Luftzuge nähert, beseitigt also die sämmtlichen oben S. 610. erwähnten Nachtheile; ihr günstiger Erfolg ist durch gültige Zeugnisse bestätigt.

Durch diese und ähnliche Einrichtungen werden andere gewöhnlich weit mehr komplizirte Apparate entbehrlich gemacht, welche eine so viel möglich ununterbrochene Speisung des Feuerherdes mit Kohlen beabsichtigen, wohin im Besondern die sich um eine Achse drehenden Roste gehören, auf welche die Kohlen aus einem Trichter ununterbrochen niederfallen. Bei einem zweckmäßig eingerichteten Feuerherde ist eine möglichst einfache und dauerhafte Konstruktion ein wesentliches Erforderniß.

h) Feuerherd mit niederwärts gehendem Luftzuge.

Bei dieser Disposition des Feuerherdes ist der Zug und die Richtung der Flamme umgekehrt, indem bei derselben die Luft,

welche das Feuer ernährt, durch das Brennmaterial hindurch von oben nach unten sich bewegt, und der eigentliche Feuerraum nicht ober sondern unter demselben sich befindet. Die einfachste Einrichtung dieser Art ist Fig. 12, Taf. 95 angegeben. Zu dieser Einrichtung des Feuerherdes gehört auch diejenige, bei welcher die Richtung der Luftströmung durch das Brennmaterial schief gegen den Horizont oder selbst horizontal Statt findet. Einrichtungen dieser Art sind in dem Art. Abdampfungsofen, Bd. I. S. 37 (Fig. 14—16, Taf. 1), und das. S. 46, Fig. 13, Taf. 1 beschrieben. Die horizontale Lage, wie in Fig. 13, dient zweckmäßig für Brennholz, die senkrechte für Steinkohlen. Bei diesen Feuerherden ist es nicht nothwendig, einen Rost anzuwenden, ja die Anwendung eines solchen, außer aus feuerfesten Ziegeln, ist nicht wohl thunlich, weil der Rost sich hier an der heißesten Stelle des Feuerraums befindet, folglich aus Schmied- oder Gußeisen bald verbrannt wird. Das Brennmaterial ruht hier bloß auf einer Platte aus feuerfestem Thon oder auf einem aus feuerfesten Ziegeln hergestellten Gewölbe.

Die Fig. 13, Taf. 95 zeigt eine zweckmäßige Einrichtung eines solchen Feuerherdes. a ist das mit feuerfesten Platten bedeckte Gewölbe des Feuerraums, auf welchem das Brennmaterial aufliegt, das durch den Kanal oder Trichter h auf dasselbe niedersinkt; b der Aschenfall, von welchem ein Kanal hinter der Herdplatte aufwärts geht, durch welchen die Cinders niederfallen; c die mit einem Register versehene Aschenthüre; f sind zwei oder drei mit Stöpseln von außen verschließbare Kanäle, um nach Bedürfniß durch dieselben Luft einzulassen, und mit Schürhaken auf den Herd gelangen zu können; h ist der mit den Steinkohlen angefüllte und bis g voll erhaltene senkrechte Kanal oder Trichter, durch welchen die zum Verbrennen nöthige Luft in den Feuerraum strömt. Über das weitere Detail sehe man den Art. Abdampfungsofen, S. 38. Gibt man dem Trichter oder Kanale h eine etwa 60 bis 70 Grad gegen den Horizont geneigte Lage; so hat man einen solchen Feuerherd mit schiefem Zuge. Diese Einrichtung hat zwar den Vortheil, daß das Brennmaterial sich weniger dicht auf einander legt, sie macht aber eine dickere Vorderwand nothwendig.

Diese Feuerherde mit umgekehrtem Luftzuge bewirken eine vollständige Verbrennung; das Brennmaterial gelangt, zur Verbrennung schon völlig vorbereitet, in den Feuerraum; das Aufgeben desselben hat auf dieses Verbrennen und auf die Abkühlung des Heitzraumes keinen Einfluß; es kann nicht mehr Brennstoff in den Feuerraum gelangen, als verzehrt wird, und nicht mehr Luft als zu dieser Verzehrung hinreicht; ein sekundärer Luftzug läßt sich leicht durch das Register der Aschenthüre reguliren. Die Regulirung des Feuers selbst hat man beliebig in der Gewalt, durch die Öffnung der Kanäle f schwächt sich der Luftzug, und durch die Öffnung der Aschenthüre c läßt sich der Heitzraum schnell abkühlen. Diese Feuerherde besitzen daher an und für sich alle Eigenschaften, welche den Feuerherden mit aufrechtem Luftzuge nur durch besondere Einrichtungen zu verschaffen sind, und sie verdienen daher im Allgemeinen den Vorzug vor den letzteren. Das Einzige ist dabei wesentlich zu beobachten, daß die Umgebungen des Feuerraums aus hinreichend feuerfestem Material hergestellt werden.

2) Der Heitzraum.

Der Heitzraum erhält vom Feuerraume aus zunächst die Hitze, und in demselben sind diejenigen Körper aufgestellt, auf welche die aus dem Brennstoffe entwickelte Hitze zunächst wirken soll, deren Erhitzung zu irgend einem Grade demnach der Zweck des eigentlichen Ofenbaues ist. Diese Dispositionen des Heitzraumes sind je nach der individuellen Bestimmung dieser Öfen sehr verschieden, und von denselben ist im Allgemeinen in dem Art. Ofen und im Besondern in mehreren andern Artikeln, in denen einzelne Öfen beschrieben werden, die Rede, wie bisher in den Art. » Abdampfungsofen, Bierbrauerei, Branntweinbrennerei, Dampfkessel, Dampfschiff, Eisengießerei, Eisenhüttenkunde u. s. w. Hier ist nur im Allgemeinen das Nöthige über die Anlage des Heitzraumes für Kesselfeuerung und der Zugkanäle anzugeben.

Es sind bereits im Art. Abdampfungsofen, S. 34, die Vortheile der Einrichtung angegeben worden, den Feuerraum von dem eigentlichen Heitzraume abzusondern, damit in dem ersteren die Verbrennung bei der hinreichend hohen Temperatur bewirkt,

und von da aus die Hitze auf die Kesselwände geleitet werde, welches Prinzip bei den meisten bisher angegebenen Einrichtungen beobachtet ist. Nur bei dieser Einrichtung läßt sich diejenige hohe Temperatur des Feuerraums erreichen, welche eine wesentliche Bedingung der vollständigen Verbrennung ist (S. 602). Wirkt das Feuer unmittelbar auf den Kessel, wie in den Konstruktionen in Fig. 10—12, Taf. 1: so muß der Rost so tief gelegt werden, daß die Flamme vollständig sich in dem Feuerraum bilden kann, ehe sie den Kesselboden erreicht, weil sonst die brennbaren Gase, indem sie den Kesselboden noch unverbrannt berühren, an demselben sich so weit abkühlen, daß sie nicht mehr, selbst wenn genug Luft da ist, in den flammenden Zustand übergehen können, sondern als Rauch entweichen. Diese Entfernung des Rostes vom Kesselboden hängt von der Größe des Feuerherdes ab, läßt sich also im Allgemeinen nicht bestimmen. Sie beträgt, je nach dieser Größe, 2 bis 4 Fuß bei der Holzfeuerung, und bei Steinkohlen 10 Zoll bis 1 1/2 Fuß.

Die Dimensionen der Zugkanäle bei Dampfkesseln sind in dem Art. Dampfkessel, Bd. IV. S. 537 ꝛc. angegeben. Ein solcher Zugkanal geht gewöhnlich an der hintern Seite des Kessels aufwärts, dann an der linken oder rechten Seitenwand vorwärts, um die Vorderwand herum, und an der rechten oder linken Seitenwand wieder rückwärts bis in den Rauchfang; wie dieses an den bereits oben erwähnten Kesselfeuerungen zu ersehen ist. Der Querschnitt dieser Kanäle muß hinreichend groß seyn, damit die Geschwindigkeit der bewegten Luft, von welcher der Zug abhängt, keine bedeutende Verzögerung durch die Reibung in den engen Kanälen erleide. Wenn die Größe des Rostes auf die oben S. 606 bestimmte Weise bemessen wird; so erhalten diese Kanäle einen hinreichenden Querschnitt, wenn man diesem den vierten Theil der Rostfläche gibt. Den horizontalen Kanälen, wie dem Raume zwischen dem Kesselboden und der Herdsohle, und den Kanälen an den Längenseiten gibt man eine größere Weite als den senkrechten Kanälen, weil letztere von der strömenden heißen Luft ganz ausgefüllt werden, während bey ersteren diese Luft sich mehr gegen den obern Theil drängt. Die erhitzte Luft läßt man frei an dem Kesselboden hinstreichen,

ohne den Raum zwischen letzterem und der Herdsohle durch Scheidewände oder Zungen abzutheilen, weßhalb man dem Feuerraum der Breite nach lieber die gehörige Ausdehnung gibt. Nur bei verhältnißmäßig gegen den Rost sehr breiten Kesselböden ist man genöthigt, diese in keinem Falle vortheilhafte Einrichtung anzuwenden; weßhalb es vorzuziehen ist, entweder dergleichen Kessel zu vermeiden, oder für ihre Heitzung zwei Feuerherde anzuwenden, die der Länge nach durch einen Zwischenraum getrennt sind. Die Züge dürfen in keinem Falle so weit verlängert werden, daß die Luft am Ende derselben nicht mehr Hitze genug hat, um die gehörige Wirkung auf die Kesselwand hervorzubringen. Lange, zumahl öfters hin und her geführte Seitenkanäle schwächen ferner den Zug, und machen einen bedeutend hohen Schornstein nöthig (s. unten). Um den Boden eines runden Kessels von bedeutender Größe zu erhitzen, ist die in der Fig. 14, Taf. 95 angegebene Einrichtung zweckmäßig. Der Rost R wird an der hintern und an der einen Längenseite im rechten Winkel mit der Wand M N P umgeben, die von der Herdsohle bis an den Kesselboden reicht. Der Zug des Feuers nimmt dann die durch die Pfeile angedeutete Richtung, und tritt durch O in den Zugkanal, der in derselben Richtung um die Wand des Kessels herumläuft, und in den Schornstein einmündet.

Was die Konstruktion des Feuerherdes betrifft, so beruht dabei das Wesentliche darauf, daß diejenigen Räume, in welchen die Hitze zusammengehalten und ihre Zerstreuung nach außen gehindert werden soll, mit hinreichend dicken Mauern umgeben werden, welche an der dem Feuer nächsten Seite aus guten Ziegeln mit Lehm, der mit zerstoßenen alten Ziegeln gemengt wird, hergestellt sind. Um die die Wärme schlecht leitende Eigenschaft solcher Mauern noch zu vermehren, läßt man in der Mitte derselben hohle, oder locker mit Ziegelstücken oder mit gepochter Holzkohle oder mit Asche ausgefüllte Räume, weil die stillstehende Luft ein besonders schlechter Wärmeleiter ist. Zu allen Wänden, welche unmittelbar der Wirkung des Feuerraumes ausgesetzt sind, verwendet man am besten Ziegeln aus feuerfestem Thon. Bei Herden von hohen Hitzgraden werden die Mauern mit eisernen Schließen verankert, um das Auseinandertreiben derselben zu

hindern. Für ein weiteres Detail müssen wir auf die Beschreibung der einzelnen Öfen in verschiedenen Artikeln dieses Werkes verweisen.

3. Der Schornstein oder die Esse.

Wenn Brennmaterial in einem offenen Feuerherde verzehrt wird: so steigt die, zum Theil durch das Verbrennen ihres Sauerstoffes beraubte und mit den Bestandtheilen des Rauches beladene (S. 601), erhitzte Luft, spezifisch leichter als die umgebende kältere Luft der Atmosphäre, in die Höhe, während von unten wieder neue unzersetzte Luft in das Brennmaterial nachdringt, worauf der für das Verbrennen nöthige Luftwechsel oder der Luftzug beruhet. Geschieht diese Aufwärtsströmung in der freien Luft, so vermischt sich die erwärmte Luft bald mit der umgebenden kälteren, wodurch die Ausdehnung jener Strömung sehr beschränkt wird. Zieht dagegen die erhitzte Luft in einem gleich weiten, oben und unten offenen, senkrechten Kanale in die Höhe; so stellt sie eine in dem Verhältnisse ihrer Erwärmung verdünnte Luftsäule von der Höhe dieses Kanales vor, welche durch den Druck einer gleich hohen Luftsäule von der Temperatur der äußeren kälteren, also dichteren Luft aufwärts geleitet wird, auf dieselbe Art, als in kommunizirenden Röhren von gleicher Höhe die spezifisch schwerere Flüssigkeit in der einen, die spezifisch leichtere in der andern Röhre in die Höhe drückt. Nennt man die Höhe der warmen aufsteigenden Luftsäule im Innern des Kanales $= h$, und diejenige Höhe, welche die gleichhohe Säule der äußern kältern Luft annehmen würde, wenn sie auf denselben Grad, wie die innere erwärmt oder verdünnt wird, $= h'$, so ist jener Druck aufwärts $= \frac{h' - h}{h}$; folglich die beschleunigende Kraft, mit welcher diese Bewegung der warmen Luftsäule aufwärts erfolgt, $= g \frac{h' - h}{h}$, demnach ist, wenn die Geschwindigkeit, mit welcher diese Strömung aufwärts erfolgt, mit v bezeichnet wird,

$$v = \sqrt{2 g h \frac{h' - h}{h}},$$

wo g den doppelten Fallraum in der ersten Sekunde bezeichnet.

Ist nun die mittlere Temperatur des Rauchfanges $= T$, jene der äußern Luft $= t$, und die Ausdehnungsgröße der Luft für $1° = n$; so ist $h' : h = 1 + nT : 1 + nt$; demnach $\frac{h' - h}{h} = \frac{(T - t) n}{1 + nt}$

$$\text{und } v = \sqrt{2 g h \frac{(T - t) n}{1 + n t}} \quad (1).$$

Bei einer nicht sehr hohen Temperatur der äußern Luft ist der Werth von $1 + nt$ von 1 so wenig verschieden, daß er vernachläßigt werden kann, wo dann

$$v = \sqrt{2 g h (T - t) n}.$$

Dieses würde die Geschwindigkeit seyn, mit welcher die Strömung der erwärmten Luft in dem senkrechten Kanale oder dem Schornsteine aufwärts Statt fände, wenn kein Widerstand der Luft in der Bewegung durch den Kanal, oder keine Reibung an dessen Wänden vorhanden wäre. Dieses ist jedoch nicht der Fall; vielmehr wächst, den Erfahrungen zu Folge, der Widerstand der durch Röhren oder zylindrische Kanäle bewegten Luft wie das Quadrat der Geschwindigkeit, und er steht im geraden Verhältnisse der Länge des Kanals und im verkehrten des Durchmessers, oder wenn D den Durchmesser, L die Länge bezeichnet; so ist sein Verhältniß $= \frac{L v^2}{D}$. In der Größe von L ist hier außer der Höhe des Schornsteines $= h$ noch die Länge der vom Feuerherde kommenden Zugkanäle, so wie der Krümmungen, welche der Schornstein etwa macht, begriffen. Der positive Werth dieses Widerstandes, welchen die Bewegung in den Schornsteinen oder Essen erfährt, läßt sich nur durch Versuche ausmitteln. Er ist verschieden für Kanäle von verschiedenen Materialien, und hängt zum Theil von der innern Rauhigkeit, zum Theil von dem Leitungsvermögen derselben für Wärme ab. Die wirkliche Geschwindigkeit in diesen Kanälen ist demnach bedeutend geringer, als der obige Werth von v, welchen die Theorie gibt, und, um diese wirkliche Geschwindigkeit zu erhalten, muß nach Peclet's Versuchen (über die Wärme rc., a. d. Franz., von Dr. Hartmann. Braunschweig 1830) jener Werth in Metern noch mit einem Faktor multiplizirt werden, welcher ist

für Essen aus Thon oder Ziegelsteinen . $= 2.00 \sqrt{\frac{D}{L + 4 D}}$

» » » Eisenblech . . . . . . $= 3.16 \sqrt{\frac{D}{L + 10 D}}$

» » » Gußeisen . . . . . . $= 4.47 \sqrt{\frac{D}{L + 20 D}}$.

Den geringsten Widerstand leidet sonach die Bewegung der Luft in Essen von Gußeisen, und den größten in jenen von Thon oder Ziegelsteinen. Auf den Umstand, daß die im Schornsteine aufsteigende verbrannte Luft von der reinen atmosphärischen eine etwas verschiedene Dichtigkeit hat, wird hier eben so wenig Rücksicht genommen, als auf die barometrische Veränderung der Dichtigkeit der Luft bei dem Aufsteigen in der Atmosphäre. Da in der Regel und im größeren Betriebe nur Schornsteine oder Essen aus Mauerwerk angewendet werden, so beschränken wir uns auf diese, und für dieselben ist sonach die wirkliche Geschwindigkeit der Strömung aufwärts

$$v' = 2 \sqrt{2 g h \frac{(T - t) n}{1 + n t} \frac{D}{L + 4 D}} \quad (2),$$

wo die Größen g, h, D, L in Metern anzugeben sind, und g, wie vorher die doppelte Fallhöhe der ersten Sekunde bezeichnet.

Die Temperatur = T, welche der Luftsäule des Schornsteins zugehört, ist die mittlere Temperatur dieser Säule oder das arithmetische Mittel aus der Temperatur am unteren und oberen Theile. Bei Essen aus Mauerwerk ist die Temperatur oben am Ausgange von jener unten beim Eintritte des Zugkanals wenig verschieden, zumahl bei etwas lebhafterem Zuge, da die Ableitung der Wärme durch solche Schornsteine nach außen nur gering ist. Man kann daher in der Praxis für Essen, welche nicht sehr hoch sind, für die Temperatur T diejenige nehmen, welche am untern Theile der Esse, da, wo der Zugkanal vom Feuerherde in dieselbe tritt, beobachtet wird. Zur Bestimmung der Temperatur der Luft oben am Schornsteine aus der unten beobachteten Temperatur, gibt Peclet für Essen aus Ziegelsteinen nach seinen Versuchen näherungsweise folgende Regel, wo $T_{,,}$ den Temperaturüberschuß über die äußere Luft am obern

Theile der Esse, $T_,$ diesen Überschuß am untern Theile, und E die Stärke der Wände bezeichnet:

$$\text{Log. } T_{,,} = \text{Log. } T_{,} - 0.0000941 \frac{L}{DE} \quad (3).$$

Nimmt man z. B. $T_, = 100^\circ$, $L = 40'$, $D = 2'$, $E = 1'$; so wird $T_{,,} = 98^\circ 1$. Bedeutender wird der Unterschied bei Röhren von Blech oder Gußeisen, die der freien Berührung der äußern Luft ausgesetzt sind.

Die Geschwindigkeit des Luftzuges durch die Esse oder den Schornstein hängt also von seiner Höhe, von seinem Durchmesser, und von der Größe des Temperaturunterschiedes der in denselben aufsteigenden warmen, und der äußern kältern Luft ab. Zur näheren Bemessung dieser Größen dienen folgende Bemerkungen.

Nimmt man für einen Schornstein von bestimmtem Durchmesser eine bestimmte Größe von $T - t$, und setzt in der Formel (2) diese mit den andern gegebenen und konstanten Größen $= M$, und $L = h$, so wird

$$v_, = M \sqrt{\frac{h\,D}{h + 4\,D}} \quad (4).$$

Mit der Größe von h oder der Höhe der Esse vermehrt sich daher zwar die Geschwindigkeit des Zuges immer fort, allein diese Vermehrung wird immer kleiner und unbedeutender, so daß wenn 4 D gegen h sehr klein wird oder verschwindet, die Höhe auf die Geschwindigkeit keinen oder kaum merklichen Einfluß mehr hat. Die gewöhnliche Regel, daß man den Schornstein niemahls hoch genug machen könne, muß man daher bei praktischen Ausführungen einer Beschränkung in der Art unterwerfen, daß man, um eine geringe Vermehrung der Geschwindigkeit zu erhalten, nicht einen unverhältnißmäßigen Aufwand für die unmäßige Erhöhung der Esse aufopfere.

Setzt man, wie in der Formel (4) $L = h$, d. h. nimmt man einen Schornstein, in welchen die Luft aus dem Heizraume ohne vorherige Einengung durch Kanäle eintritt, wie bei Wind- und Flammenöfen, und nimmt man für den Durchmesser $= D$ eine gewisse Höhe desselben $h = u\,D$, für einen bestimmten Werth von $T - t$, wozu also eine gewisse Geschwindigkeit der Strömung gehört; so wird einer weitern Vermehrung jener Höhe

um m Fuße eine gewisse Vermehrung der Geschwindigkeit zugehören; oder wenn die Geschwindigkeit für die Höhe h als $= 1$ gesetzt wird, so wird sie für $h + m$ durch $1 + z = a$ ausgedrückt werden. Unter dieser Voraussetzung ergibt sich mit Anwendung der obigen Formel die Gleichung

$$\frac{4\,m}{a^2 - 1} = u^2\,D + u\,(4\,D + m).$$

Setzt man hier für $m = x\,D$; so ergibt sich

$$u = -\frac{4 + x}{2} + \sqrt{\frac{4\,x}{a^2 - 1} + \left(\frac{4 + x}{2}\right)^2} \quad (5).$$

Hieraus läßt sich bestimmen, ob es für den vorhandenen Zweck und rücksichtlich der Baukosten des Schornsteins zuträglich sey, durch eine weitere Erhöhung desselben einen weiteren Zuwachs der Geschwindigkeit zu erhalten.

Setzen wir z. B. für $m = 1$, und $a = 1.01$, d. h. die Esse soll so hoch geführt werden, daß eine weitere Erhöhung derselben um 1 Meter nur eine Vermehrung der Geschwindigkeit der Strömung von 0.01 der Ganzen hervorbringe; so wird für $D = 0.6$ Met. $x = \frac{1}{0.6}$, folglich $u = 15.64$, also die Höhe der Esse $= u \times 0.6 = 9.38$ Meter; für $D = 1.2$ Mtr. wird $u = 10\,71$, also die Höhe $= 10.71 \times 1.2 = 12.85$ Meter.

Damit die im vorigen Beispiele angenommene Differenz der Geschwindigkeit von $1/_{100}$ durch eine Erhöhung der Temperatur der Luft im Schornsteine hervorgebracht werde, braucht diese Temperaturerhöhung nur wenige Grade zu betragen. Da solche geringe Änderungen der Temperatur des Schornsteins außer dem Bereiche der bei solchen Feuerungsanstalten zu erreichenden Genauigkeit liegen, so ergibt sich hieraus, daß die mit dieser Annahme bemessene Höhe des Schornsteins als die praktisch nützliche desselben anzusehen ist. Eine weitere Erhöhung könnte nur aus andern Rücksichten noch räthlich oder nothwendig seyn, z. B. wegen der Höhe nahe liegender Gebäude, oder der Höhe des Gebäudes selbst, in welchem der Schornstein aufgeführt ist, oder endlich wegen des Auswerfens von Funken oder Feuer.

Diese Bestimmung gilt jedoch nur für $h = L$, nämlich wenn die heiße Luft aus dem Heitzraume in den Schornstein tritt, ohne erst durch horizontale Heitzkanäle, wie bei der Kesselfeuerung,

zu gehen. Durch letztere wird die Geschwindigkeit der Strömung verzögert, daher die nöthige Höhe des Schornsteins bedeutend vergrößert, wenn in demselben dieselbe Geschwindigkeit, wie in der Esse ohne solche Zugkanäle, erhalten werden soll.

Dieses ist jedoch auch nicht nöthig: ein sehr starker Zug, wie er bei den letztern Essen Statt findet, wäre vielmehr nachtheilig, weil die erhitzte, den Kessel in den Zugkanälen umgebende Luft bei einer bedeutenden Geschwindigkeit ihre Wärme nicht gehörig an die zu erhitzende Fläche würde absetzen können. Ist die nach dem Vorigen bemessene Höhe des Rauchfanges oder Schornsteines ohne Züge $= h$, die Länge der Züge $= l$, so wird, damit die Geschwindigkeit in beiden Fällen dieselbe bleibe, die Höhe des mit den Zügen versehenen Schornsteines

$$h' = h\left(1 + \frac{l}{h + 4D}\right) \quad (6).$$

Beträgt z. B. $h = 12$ Met., $D = 1.2$ Met., $l = 16.8$ Met.; so wird $h' = 2h = 24$ Meter.

Der Zug in dem Schornsteine, oder eigentlich die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft aus der Mündung desselben austritt, hängt ferner von der Temperatur der aufsteigenden Luft ab, oder von dem Werthe von $T - t$. Setzt man in den Formeln (1 und 2) für einen und denselben Schornstein außer der Temperatur alle übrigen beständigen und gegebenen Größen $= N$; so wird

$$v_1 = N\sqrt{\frac{(T-t)\,n}{1 + nt}} \quad (7).$$

Z. B. für $t = 20$ und $T - t = 300°$ C. wird $v = N \times 1.023$,
$= 100°$ » $v = N \times 0.591$,
$= 40°$ » $v = N \times 0.140$.

Um den Zug der Schornsteine zu befördern, müssen daher alle Umstände beachtet werden, welche die Abkühlung derselben vermindern; wohin hauptsächlich gehören: 1) deren Umgebung mit schlecht die Wärme leitenden, hinreichend dickem Mauerwerk; 2) die Verhinderung eines Zutrittes kalter Luft von unten und von den Seiten; 3) die Vermeidung einer zu weiten oberen Öffnung, durch welche die äußere kalte Luft eintritt und den Schornstein abkühlt; 4) die gute Schließung desselben, bei unter-

brochener Feuerung, um für die nächste Heitzung die Wärme in demselben zusammen zu halten.

Auch von dem Durchmesser des Schornsteines hängt die Geschwindigkeit ab, weil die Reibung oder der Widerstand bei größerer Weite desselben geringer wird. Setzt man in der Formel (4) für $h = nD$, so wird

$$v_1 = M\sqrt{D} \quad (8).$$

Also für dieselbe Höhe des Schornsteines und für dieselbe Temperatur wächst die Geschwindigkeit der Luftströmung wie die Quadratwurzel des Durchmessers, vorausgesetzt, daß der Querschnitt des Feuerkanals, aus welchem die warme Luft einströmt, mit jenem der Esse derselbe sey. Z. B. bei dem Durchmesser von $^1/_2$ Fuß, 1 F., 2 F. und 4 F. verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie 1, 1.414, 2 und 2.828. Es ist daher vortheilhaft, dem Schornstein eine möglichst große Weite zu geben. Weite Kamine haben überdieß auch den Vortheil, die aufsteigende warme Luft weniger abzukühlen, da die Berührungsfläche der Wände sich wie der Durchmesser, die Luftmasse aber wie das Quadrat desselben verhält.

Man kann daher den Schornsteinen eine so große Weite geben, als es die Umstände erlauben; nur darf die obere Öffnung, aus welcher der Rauch hervortritt, nicht größer seyn als nöthig ist, damit die vom Feuerherde kommende Luft mit der erlangten Geschwindigkeit ausströmen könne, weil sonst bei der weiten Öffnung die warme Luft nur mit einer geringen Geschwindigkeit ausströmen, dadurch die äußere kalte Luft in den obern Theil des Schornsteins eindringen und den Zug stören würde. Ist die Größe der Öffnung, welche zum Ausströmen des Rauches oder der warmen Luft mit der Geschwindigkeit $= v$ hinreicht, $= d$, und der Durchmesser des Rauchfanges $= D$; so ist die Geschwindigkeit der Luft in dem Rauchfange selbst $= \sqrt{\frac{d}{D}}$; folglich geringer in dem Verhältnisse jener Durchmesser, folglich auch ihr Widerstand der Bewegung viel geringer. Macht man daher den Rauchfang so weit, daß die Geschwindigkeit der Luft in demselben nur sehr gering ist, so kommt die Geschwindigkeit, mit welcher die warme Luft aus der Öffnung d oben ausströmt, derjenigen

nahe, welche mit der Formel (1) durch v angegeben wird, nämlich die größte ist, welche hier Statt finden kann; von welcher Geschwindigkeit jedoch wegen der Reibung an den Wänden der Öffnung nur $^8/_{10}$ zu nehmen sind. Diese kleinste Öffnung wird auf folgende Weise bestimmt.

Ist die warme Luft, welche von dem Feuerherde in 1 Minute herbeiströmt, = A in Kubikfußen, so ist der Durchmesser dieser Öffnung oder

$$d = \sqrt{\frac{A}{0.785 \times 0.8\,v \times 60}}. \quad (9)$$

Hier wird der Werth von v aus der Formel (1) genommen. Die Größe von A wird durch die Menge des Brennmaterials, welches in einer gewissen Zeit verzehrt wird, gegeben, indem man die dazu nöthige Luftmenge aus der im Art. »Brennstoff« S. 101 angegebenen Tabelle nimmt, wobei man jedoch aus den dort angegebenen Gründen wenigstens die doppelte Menge rechnen muß. Von dieser Luft können bei 0° R. 13.5 Kubikf. auf 1 Pfund gerechnet werden. Der Umfang der verbrannten Luft ist von jener der reinen bei gleicher Temperatur nicht merklich verschieden, da das kohlensaure Gas, welches aus der Verzehrung des Sauerstoffgases entsteht, mit letzterem gleichen Umfang behält. Ist also die Menge der Luft von 0°, welche in einer Minute durch das Brennmaterial strömt, nach Angabe der Tabelle Bd. III. S. 101 = k in Pfunden, T die Temperatur, mit welcher die Luft in den Feuerherd tritt, so ist

$$A = 13.5\,k\,(1 + 0.00375\,T). \quad (10)$$

Gesetzt es sollen in einem Feuerherde 25 Pf. Steinkohlen in der Stunde verbrannt werden, und die Temperatur des in den Schornstein abziehenden Rauches sey 150° C., so sind dazu in 1 Stunde = 9.26 × 25 × 2 = 463 Pf Luft von 0° C., oder in 1 Minute = 7.716 Pf. dieser Luft erforderlich. Der Umfang dieser Luft bei ihrem Eintritte in den Schornstein (= A) beträgt also nach (10) = 162.7 Kubikf. in 1 Minute. Nun ist für die äußere Temperatur t = 20°, T—t = 130, also für die Höhe des Schornsteins h = 20′, nach der Formel (1) die Geschwindigkeit v = 23.7 Fuß, also nach Formel (9) der Durchmesser der Öffnung d = 0.427 Fuß oder 5.12 Zoll. Dieser

Durchmesser der Ausströmungsöffnung ist der kleinste, welcher bei den obigen Werthen von h und T—t Statt finden kann, nämlich nur dann, wenn der Schornstein im Verhältnisse zur Ausströmungsöffnung so weit ist, daß die Bewegungs-Geschwindigkeit der Luft in demselben, folglich auch der Widerstand so gering wird, daß er vernachläßigt werden könnte.

Soll der Schornstein oder die Esse eine solche Weite des zylindrischen Raumes erhalten, daß die warme Luft oben aus der gleich weiten Öffnung ausströmt, wo also die Geschwindigkeit in demselben nahe derjenigen ist, welche oben an der Öffnung Statt findet, oder mit welcher die Luft von unten einströmt, wo also $v' = \frac{A'}{0.785\,D^2}$ wird, wo A' die in 1 Sekunde beiströmende Luftmenge nach Formel (10) bezeichnet; so läßt sich der Durchmesser der Esse aus der Formel (2) bestimmen, wo man die Werthe von T und h als gegeben setzen, und für D einen beiläufigen Werth nehmen muß, um darnach den Werth von v (in Fußen) zu bestimmen. Mit demselben Werthe von D sucht man nun aus der Gleichung $v' = \frac{A'}{0.785\,D^2}$ den Werth von v', und wiederhohlt diese Rechnung mit neuer Substitution eines Werthes von D, bis die durch beide Formeln enthaltenen Werthe von v' ziemlich nahe übereinstimmen. Auf diese Art erhält man z. B. für die Verbrennung von 36 Pf. Steinkohlen in der Stunde, bei einer Esse von 64 Fuß Höhe, für T = 130° und t = 30°, den Durchmesser der Esse oder D = 0.85 Fuß oder 10.2 Zoll, und die Geschwindigkeit der Strömung oder v' = 8.7 Fuß. Dieses ist der kleinste Durchmesser, welchen der Schornstein unter den angenommenen Verhältnissen haben kann. Wird er weiter, so vermindert sich der Widerstand, die obere Öffnung kann einen geringern Querschnitt erhalten, und im Verhältnisse dieser Verminderung strömt die Luft mit größerer Geschwindigkeit aus, so daß Öffnung und Geschwindigkeit mit der vergrößerten Weite immer mehr der vorher nach Formel (1) berechneten Geschwindigkeit und Öffnung nahe kommen.

Von der absoluten Geschwindigkeit der bewegten Luft in dem Schornsteine hängt übrigens die Stärke des Luftzuges in

dem Feuerraume nur dann ab, wenn derselbe keinen größeren Querschnitt hat, als der Zugkanal des Heitzraumes, weil in diesem Falle die Geschwindigkeit der Luft in dem Schornsteine auch beiläufig jene in diesem Kanale ist. Bei einer weiten Esse wird unter denselben Umständen die Geschwindigkeit der Luft in derselben viel geringer, ohne daß deßhalb der Zug in dem Feuerraume gemindert wird, da es hier nur auf das Volum der Luft ankommt, welche sich in einer gewissen Zeit in der Esse in die Höhe hebt. Es sey der Querschnitt des Heitzkanals, aus welchem die Luft in den Schornstein mit der Geschwindigkeit $= V$ eintritt, $= f$; jener des Schornsteins $= F$, und die Geschwindigkeit der Luft in demselben $= v$, so ist

$$fV = Fv, \text{ und } V = \frac{Fv}{f}:$$

d. i. in der Zeit, in welcher sich das Luftvolum Fv in dem Schornsteine mit der Geschwindigkeit v erhebt, strömt das Volum fV aus dem Heitzkanale mit der Geschwindigkeit V aus, um das vorige Luftvolum in dem Schornsteine zu ersetzen: ist z. B. der Querschnitt des Schornsteins 10 Mahl so groß, als jener des Kanals, so wird die Geschwindigkeit in letzterem, durch welche der Zug des Feuers bedingt wird, 10 Mahl so groß als die Geschwindigkeit der Luft im Schornsteine. Diese Bemerkung dient zur Berichtigung eines beinahe allgemein verbreiteten Vorurtheils, als wenn der Zug des Ofens durch die Geschwindigkeit der Bewegung der Luft im Schornsteine bedingt oder bemessen würde, worauf sich die Anlegung enger Schornsteine und Essen gründet, die durch den großen Widerstand, den sie der Bewegung der Luft entgegensetzen, dann eine übermäßige Höhe nöthig machen.

Man braucht daher den Durchmesser eines Schornsteines nicht ängstlich zu berechnen, sondern man mache ihn, wie schon oben erwähnt, so weit als es die Umstände zulassen. Da die Quantität des in einer gewissen Zeit zu verzehrenden Brennmaterials die Rostfläche bestimmt (S. 606), und diese den Querschnitt der Zugkanäle (S. 616); so kann man für die kleinste Weite des Schornsteines den auf die angegebene Art bemessenen Querschnitt der Zugkanäle nehmen, welchen Querschnitt man dann nach den Umständen bis auf das Doppelte und darüber nehmen kann. Was

man an Weite zusetzt, kann man an der Höhe ersparen. Es ist jedoch, wie schon oben erwähnt, jeder Schornstein, der weiter ist, als gerade nöthig, an seiner obern Öffnung gehörig zu verengen.

Aus der vorhergehenden Untersuchung ergibt sich ferner ein wichtiges, bisher ganz unbeachtet gebliebenes Resultat, daß nämlich die gewöhnlichen freistehenden hohen Rauchfänge und Essen, bei denen die Höhe nicht durch Nebenumstände bedingt wird, mit bedeutender Kostenersparniß dadurch gänzlich beseitigt werden können, daß statt der Esse eine hinreichend weite und wenig hohe Rauchkammer angelegt werde, in welche die heiße Luft aus dem Ofen einströmt, und aus welcher der Ausfluß durch eine in der Mitte der Decke befindliche Öffnung Statt findet. Eine solche Kammer von 8 bis 12 Fuß im Viereck oder im Durchmesser, und einer Höhe von 10 bis 20 Fuß würde das Ausströmen der Luft aus der oberen Öffnung nach der nach der Formel (1) zu berechnenden Geschwindigkeit gestatten, z. B. wie oben S. 625 gegeben worden, mit einer Geschwindigkeit von nahe 24 Fuß bei der Temperaturdifferenz von 130° und der Höhe von 20 Fuß; wozu die obere Öffnung bei der dort gegebenen Menge von 25 Pf. Steinkohlen in 1 Stunde etwas über 5 Zoll beträgt. Durch eine solche Einrichtung, die außerdem den Vortheil hat, die Wärme mehr zusammen zu halten, da die Abkühlungsfläche weit geringer ist, kann demnach für Feuerherde von jeder Größe selbst ein lebhafterer Zug bewirkt werden, als es bei gewöhnlichen Essen von irgend einer Höhe möglich ist, da mit dieser Höhe außer der Vermehrung des Widerstandes auch die Abkühlung zunimmt, und die mittlere Temperatur der Luftsäule geringer wird. In eine solche, gehörig weite Rauchkammer, deren Konstruktionskosten mit jenen der hohen freistehenden Essen nicht in Vergleich kommen, kann die warme Luft aus einer beliebigen Anzahl von Feuerherden eintreten, und es leidet dadurch nur der Durchmesser der oberen Ausströmungsöffnung eine Veränderung.

Die innere Form der Schornsteine und Essen ist am besten zylindrisch, dann viereckig (quadratisch). Die Bestimmungen für zylindrische Essen gelten auch für die viereckigen. Schornsteine, deren Querschnitt ein längliches Viereck ist, sind fehler-

haft, weil die Abkühlungs- und Reibungsfläche zu groß wird. Die zylindrische Form ist der konischen vorzuziehen, weil letztere mehr Widerstand verursacht, ohne mehr zu leisten, als die zylindrische Esse, wenn deren obere Ausgangsöffnung gehörig eingeengt ist. Die innern Wände des Schornsteins sollen so glatt als möglich ausgearbeitet seyn, und alle Vorsprünge oder Absätze vermieden werden.

Der untere Theil des Schornsteins oder vielmehr der Feuerkanal wird da, wo er in den Schornstein eintritt, mit einem Register oder einer Schiebthüre versehen, zur Regulirung des Feuers und des Zuges. Dieses Register dient zu demselben Zwecke, als dasjenige, welches den Zutritt der Luft in den Feuerherd regulirt (S. 609). Es ist bereits im Artikel »Dampfkessel«, S. 560, erwähnt worden, daß die Regulirung auf letztere Art jener durch das Register am Ende des Feuerkanals vorzuziehen sey.

In der Regel verbindet man jeden Feuerapparat von bedeutender Größe mit einem eigenen Schornsteine. Bei dieser Anordnung ist der Zug am besten gesichert. Jedoch ist es von keinem Nachtheile, wenn sich von mehreren Feuerherden, die gewöhnlich zugleich betrieben werden, mehrere Feuerkanäle im unteren Theile des Schornsteins einmünden, wenn dieser gehörig weit ist. In diesem Falle ist es vortheilhaft, daß dieser untere Theil, in welchen die Kanäle sich öffnen, einen erweiterten gewölbten Raum (ein hinreichend geräumiges Reservoir von heißer Luft) bilde, über welchem der Schornstein in die Höhe geht. In denselben Schornstein sollen in verschiedenen Höhen keine Feuerkanäle eintreten, weil der stärkere Zug den schwächern absperrt; eben so wenig ein Schornstein in einen andern in irgend einem Theile seiner Höhe eingemündet werden, aus demselben Grunde. Ausführliche Erörterungen über den Bau der Schornsteine und Essen findet man in dem oben angeführten Werke Peclets »über die Wärme ꝛc., 1ster Theil.«

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich, daß der Zug eines Ofens, d. h. die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft durch das Brennmaterial strömt, von der Quantität der Luft abhängt, welche in einer bestimmten Zeit sich in dem Schornsteine erhebt. Diese Quantität ist wieder abhängig von dem Durchmesser des

Schornsteines und der Geschwindigkeit der Luft in demselben; die letztere hängt wieder ab von der Höhe der Temperatur der Luft in der Esse, und von der Höhe der letzteren. Von dieser Höhe hängt im Besondern die Geschwindigkeit ab, mit welcher die Luft oben ausströmt (S. 625). Diese Geschwindigkeit wäre übrigens für den Zug des Ofens selbst nicht nothwendig, da das im Schornsteine sich erhebende Luftvolum, das sich wie das Quadrat des Durchmessers verhält, mit dem Durchmesser schneller wächst, als mit der Geschwindigkeit oder der Höhe (S627); sie hat aber den Vortheil, den äußern Einflüssen, welche den Zug des Ofens und Schornsteines zu hindern streben, mehr zu widerstehen. Bei solchen Essen, in denen eine hohe Temperatur eine große Geschwindigkeit bewirkt, wie bei Flammenöfen, sind diese äußern Einflüsse wenig wirksam, bedeutender aber bei geringeren Heitzungen mit weniger starkem Zuge, wo das Niederdrücken oder Zurückschlagen des Rauches in den Schornsteinen oft bedeutende Unbequemlichkeiten verursacht.

Die Ursachen, welche dieses Rauchen der Schornsteine hervorbringen, sind im Wesentlichen: 1) die vernachläßigte Abschließung des Schornsteines von unten, so daß hier kalte Luft eintritt und den Schornstein abkühlt (S. 623). 2) Die Einwirkung des Windes auf die obere Öffnung des Schornsteines. Ist die Geschwindigkeit der aus dem letzteren ausströmenden Luft geringer als die des Windes, so versperrt dieser jener den Ausgang. 3) Die Einwirkung einer warmen Sonne auf jene Öffnung (zumahl bei Rauchfängen mit weiten Öffnungen), durch die Ausdehnung der in dem oberen Theile des Schornsteines sich langsam bewegenden Luft, wodurch diese einen Druck nach abwärts ausübt. 4) Eine warme Temperatur der äußern Luft, weil dadurch der Temperaturunterschied zwischen dieser Luft und jener des Schornsteines, folglich auch die Geschwindigkeit der Ausströmung geringer wird. 5) Eine feuchte neblichte Luft, weil diese viel Wasserdämpfe in das Brennmaterial und in deu Schornstein führt, auf ähnliche Art, wie feuchtes Brennmaterial; wo dann die Wasserdämpfe sich im Schornsteine kondensiren, und dadurch eine unregelmäßige Strömung veranlassen.

Die Wirkung aller dieser Einflüsse kann im Wesentlichen,

und wenn nicht für alle Fälle, doch größtentheils dadurch beseitigt werden, 1) daß man Sorge trägt, in den untern Theil des Schornsteines den Zutritt aller Luft zu verhindern, die nicht aus dem Kanale des Feuerraumes kommt; daher wenn, wie gewöhnlich, der untere Theil mit einer Thür versehen ist, diese Thüre genau verschließbar seyn muß; 2) daß der Schornstein eine, so viel es die Umstände zulassen, große Weite erhält, und die obere Öffnung auf den kleinsten Querschnitt, der zum Abziehen des Rauches nöthig ist, beschränkt wird. Wir haben oben S. 625 gesehen, wie sehr bei einer überflüssigen Weite des Rauchfangs durch diese Verengerung der Öffnung die Geschwindigkeit der Ausströmung vermehrt wird. Diese vermehrte Geschwindigkeit reicht in den meisten Fällen hin, den oben erwähnten schädlichen Einflüssen das Gleichgewicht zu halten. Diese Einengung der Schornsteinmündung hat ferner den Vortheil, den Eintritt der äußern Luft, so wie die Einwirkung der Sonne zu hindern, und die Temperatur des Schornsteins durch die verminderte Abkühlung höher zu erhalten.

Die einfachste Vorrichtung zu diesem Zwecke ist eine einfache, 2 bis 3 Fuß lange blecherne, an beiden Enden offene Röhre, die man auf die von allen Seiten verschlossene Mündung des Schornsteins aufsetzt, und die man entweder oben unbedeckt läßt, oder besser sie mit einer halbkugelförmigen Haube versieht, wie die Fig. 15, Taf. 95, zeigt. Diese Haube gewährt den Vortheil, auch den seitwärts von oben nach unten wirkenden Wind abzuhalten. Man hat von Zeit zu Zeit eine große Menge von ähnlichen Aufsätzen zur Abhaltung des Windes angegeben, mehr und weniger komplizirt, zum Theile mit der Einrichtung, daß der Wind selbst mittelst einer Windfahne oder durch ein ähnliches Mittel die zum Austritte des Rauches bestimmte Öffnung von dem Winde abwendet: allein dergleichen, einer unaufhörlichen Temperaturänderung und jeder Witterung ausgesetzte Mechanismen behalten selten lange ihre Beweglichkeit, und werden dann mehr schädlich als nützlich. Die beste Vorrichtung ähnlicher Art würde wohl eine kleine, mit einem Ventilator verbundene Windmühle seyn, so eingerichtet, daß bei ihrem Stillstande der Rauch

durch die Zwischenräume des Ventilators seinen Austritt hat, werden beim eintretenden Winde die Windflügel in Bewegung gesetzt, so würde der Ventilator den Zug erhalten, ja noch vermehren, und zwar im Verhältnisse der Stärke des Windes. Sich etwas annähernd einer solchen Vorrichtung ist diejenige, welche aus einem aus Spiralen von Eisenblech, die in einiger Entfernung von einander laufen, gebildeten hohlen Zylinder oder Kegel besteht, der mit seinem obern Mittelpunkte auf einer Stange als seiner Achse sich dreht, und durch die aufsteigende Luft in Bewegung gesetzt wird.

Der Herausgeber.

Feuerschwamm.

Man versteht unter diesem Nahmen den auf eigenthümliche Weise zubereiteten Zunderschwamm (Boletus igniarius oder B. fomentarius), eine stiellose Art des Löcherschwamms, welche vorzüglich an den Stämmen der Rothbuchen, Eichen, Birken, Linden, Ulmen und Wallnußbäume wächst. Er ist in der Mitte sehr dick, oben mit einer harten Haut oder Rinde bedeckt, unter welcher sich eine schwammige, zähe, ziemlich weiche, sammtartig anzufühlende Substanz von braungelber Farbe befindet; der ganze untere Theil ist holzig. Man sammelt den Schwamm im August oder September. Der auf Buchen gewachsene soll linder und von angenehmerem Geruche seyn, als der auf Eichen gewachsene. An einigen Orten wird der Schwamm förmlich kultivirt, indem man an feuchten Stellen Buchen pflanzt, dieselben niederbeugt, mit Rasen belegt, und so beständig feucht erhält. Unter diesen Umständen wird die Erzeugung des Schwamms so sehr befördert, daß man jährlich mehrere Ernten vornehmen kann.

Der rohe Schwamm kommt entweder in harten, holzigen Stücken bis zur Größe eines Menschenkopfs, oder geschnitten, d. h. in weichen, von holzigen Theilen größtentheils befreiten Lappen in den Handel. Die Zubereitung desselben nimmt damit ihren Anfang, daß man die obere Rinde und die noch anhängenden holzigen Theile auf das Sorgfältigste wegschneidet, weil beide wenig entzündlich sind. Um hierauf den trockenen

Schwamm zu erweichen, schichtet man ihn in einem Fasse, legt einen Deckel darüber, auf diesen einen Stein, und gießt nun Aschenlauge oder Pottaschen-Auflösung (1 Pfund Pottasche für 25 Pfund Schwamm enthaltend) auf. Nachdem der Schwamm 2 bis 3 (des Winters im Keller auch 4) Wochen lang mit der Lauge in Berührung geblieben ist, nimmt man ihn heraus, läßt ihn abtröpfeln, klopft ihn auf einem Holzblocke mit einem hölzernen Schlägel, bis er zu einer flachen dünnen Scheibe ausgebreitet ist, trocknet ihn, und gibt ihm endlich die völlige Weichheit durch anhaltendes Reiben zwischen den Händen. Sehr oft wird der Aschenlauge etwas Salpeter (1 Pfund auf 30 bis 50 Pfund Schwamm) zugesetzt, wodurch sich die Entzündlichkeit vergrößert. Einweichen des Schwammes in Bleiessig (Bd. II. S. 333) erfüllt diesen Zweck ebenfalls. Der feinste und dünnste, sehr weiche und wollige Feuerschwamm wird erhalten, wenn man die besten Stücke des gewöhnlichen, fast fertigen Schwamms mit dem Messer in drei Blätter spaltet, und das mittlere Blatt für sich allein mit der größten Sorgfalt vollends bearbeitet. Diese Blätter werden zum Verkaufe in länglich-viereckige Stücke geschnitten.

Der schwarze Feuerschwamm wird gefärbt, wozu man sich eines Blauholz- oder Galläpfel-Absudes und des Eisenvitriols, oder einer Brühe von Erlenrinde und Eisenfeilspänen (mit heißem Wasser übergossen und einige Wochen sich selbst überlassen) bedient. Man weicht ihn nicht in alkalischer Lauge, sondern sogleich in der mit Salpeter versetzten Farbebrühe. Zuweilen wird der schwarze Schwamm mit Schießpulver eingerieben, um ihn besonders leicht feuerfangend zu machen (Pulverschwamm).

Auch weißer (mit Chlorkalk gebleichter) Schwamm kommt vor.

Die bei der Bereitung des Feuerschwamms abfallenden Stücke können durch Zerschneiden, Zerstampfen, Zermahlen in einem kleinen Holländer, Schöpfen mittelst gewöhnlicher Papierformen und Auspressen zwischen wollenen Tüchern in eine Art dünner Pappe verwandelt werden, welche den sogenannten Blätterschwamm, Bogenschwamm oder Papier-

feuerschwamm darstellt, und zwar durch ihre Form und geringe Dicke sehr bequem, aber wegen ihrer größern Dichtigkeit weniger leicht entzündlich ist, als gewöhnlicher Schwamm. Starkes Tränken mit Salpeterlauge (oder besser mit einer Auflösung von chlorsaurem Kali) ist daher bei diesem Blätterschwamme unerläßlich.

K. Karmarsch.

Berichtigungen.

Im dritten Bande.

Seite	Zeile		statt:	lese man:
Seite 461	Zeile 9	v. o.	statt: Chlorsäure	lese man: chlorsaures.

Im vierten Bande.

Seite	Zeile		statt:			lese man:
Seite 45	Zeile 11	v. u.	statt: $\sqrt{+1\frac{A}{a}}$	lese	man:	$\sqrt{1+\frac{A}{a}}$
» 60	» 16	v. o.	» gehoben	»	»	geschoben.
» 89	» 2	v. o.	» enthält	»	»	verhält.
» 115	» 15	v. u.	» Hälfe	»	»	Hälse.
» 125	» 14	v. u.	» 3.46	»	»	0.346.

Im fünften Bande.

Seite	Zeile		statt:			lese man:
Seite 52	Zeile 12	v. o.	statt: nur	lese	man:	nun.
» 64	» 8.	v. o.	» $Z+\frac{Q}{n}$	»	»	$Z+\frac{Q}{u}$
» 175	» 15	v. u.	» Hahn	»	»	Hase.
» 260	» 17	v. u.	» daß	»	»	das.
» —	» 13	v. u.	» Glasglobe	»	»	Glasglocke.
» 524	» 6	v. o.	» i	»	»	f.

